



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DOUTORADO EM BOTÂNICA TROPICAL

ROGÉRIO RIBEIRO DE SOUZA

**ESTUDO FLORÍSTICO E CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA DE RECURSOS UTILIZA-
DOS POR ABELHAS NATIVAS EM ÁREAS VERDES URBANAS NA AMAZÔNIA
ORIENTAL**

BELÉM

2023

ROGÉRIO RIBEIRO DE SOUZA

ESTUDO FLORÍSTICO E CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA DE RECURSOS UTILIZADOS POR ABELHAS NATIVAS EM ÁREAS VERDES URBANAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas para obtenção do grau de Doutor em Ciências biológicas:

Área de concentração: Botânica tropical.

Orientador: Prof^o. Dra. Ima Célia Guimarães Vieira

Coorientador: Prof^o. Dr. Marcos Gonçalves Ferreira

BELÉM

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S719e Souza, Rogério Ribeiro de
Estudo florístico e caracterização polínica de recursos utilizados por abelhas nativas em áreas verdes urbanas na Amazônia oriental / Rogério Ribeiro de Souza. - 2023.
135 f. : il. color.
- Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Botânica Tropical (PPGBot), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2023.
Orientador: Profa. Dra. Ima Célia Guimarães Vieira
Coorientador: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Ferreira.
1. Composição florística. 2. Estratificação vertical. 3. Recursos polínicos. 4. Planta-polinizador. I. Vieira, Ima Célia Guimarães, *orient.* II. Título
-

ROGÉRIO RIBEIRO DE SOUZA

ESTUDO FLORÍSTICO E CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA DE RECURSOS UTILIZADOS POR ABELHAS NATIVAS EM ÁREAS VERDES URBANAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Doutorado em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica tropical, para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof. Dra. Ima Célia Guimarães Vieira

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Ferreira

Aprovado em 31 de agosto de 2023

BANCA EXAMINADORA

Ima Célia Guimarães Vieira

Dra. Ima Célia Guimarães Vieira - Orientador
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG



Documento assinado digitalmente
JOAO UBIRATAN MOREIRA DOS SANTOS
Data: 16/10/2023 14:04:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos – 1º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Maria Lúcia Absy

Dra. Maria Lúcia Absy - 2º Examinador
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA



Documento assinado digitalmente
ANA SOFIA SOUSA DE HOLANDA
Data: 11/10/2023 09:57:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Ana Sofia de Holanda – 3º Examinador
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

Jorgeane Valéria Casique Tavares

Dra. Jorgeane Valéria Casique Tavares - 4º Examinador
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

DEDICO

*Com muito amor e carinho
aos meus pais Eliana Ribeiro (In memo-
riam) e Raimundo Pereira. Aos meus que-
ridos irmãos, Márcia, Marcelo e Regina.
Ao meu grande amor, Ana Laura.*

*“Os livros são abelhas que levam o polén de uma
inteligência a outra”
(James Russell Lowell)*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me manter firme em todos os momentos difíceis transcorridos nessa jornada.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e o Museu Emílio Goeldi pela contribuição profissional e pessoal ao realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) concedeu-me bolsa de estudos (processo nº. 140195/2020-3.) durante todo o período de Doutorado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas pela experiência incrível em proporcionar a realização do Doutorado e aprimorar o conhecimento técnico e acadêmico.

A orientadora prof. Dra. Ima Célia e ao coorientador prof. Dr. Marcos Ferreira por acreditar que na realização desse estudo e orientação deste trabalho.

A querida professora Chieno Suemitsu pelo incansável apoio e dedicação.

A minha amiga e parceira de laboratório Alyne Daniele, que sempre esteve segurando na minha mão nos momentos mais difíceis desse estudo, a você minha eterna admiração e gratidão.

Aos proprietários dos Meliponários, Sr. Antônio Butantã e a Sra. Adcleia Pires, por cedê seus espaços para coleta de dados e contribuir substancialmente para o desenvolvimento desta Tese.

As colegas de campo Ana Sofia, Amanda Valente, Ana Sâmela e Karina Alves, a vocês, gratidão.

A Universidade Federal do Oeste do Pará, por todo apoio necessário, nas análises laboratoriais.

À banca examinadora de qualificação e defesa pelas contribuições na melhoria deste trabalho.

Aos amigos pessoais Tatiane Maia, Maria de Jesus, Elaine, Solange Marques, Adcleia Pires, Mariluroberta e Aniele Pimentel obrigado pela amizade, carinho, descontração, companheirismo nas etapas deste estudo.

A todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização destatese.

Muito Obrigado!

RESUMO GERAL

SOUZA, Rogério Ribeiro. **Estudo florístico e caracterização polínica de recursos utilizados por abelhas nativas em áreas verdes urbanas na Amazônia oriental**. 2023. 135f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) Belém-PA, 2023.

Para compreender o universo entre planta e polinizador, a palinologia é uma ferramenta eficaz que gera informações importantes desta interação. O objetivo deste estudo foi caracterizar a composição florística e a oferta de recursos polínicos utilizados por abelhas nativas criadas em áreas verdes urbanas em Belterra, Pará, Brasil. Para facilitar a compreensão, essa tese foi dividida em três capítulos. O primeiro mostra a composição florística e o potencial meliponícola de áreas de florestas secundárias. O segundo reporta a composição florística de ambientes urbanos e a caracterização dos sistemas de polinização preponderantes na estratificação vertical. O terceiro trata da caracterização polínica dos potes de polén de duas espécies de abelhas criadas em área verde urbana em Belterra. Um total de 415 indivíduos, 99 espécies, 66 gêneros pertencentes a 40 famílias botânicas foram observados para áreas de florestas secundárias, observou-se que 75% das espécies possuem sistemas de polinização por abelhas (Capítulo 1). Os ambientes urbanos rua, quintal e floresta secundária em conjunto apresentaram 235 espécies distribuídas em 175 gêneros, pertencentes a 55 famílias botânicas. As análises mostraram diferença significativas ($p=0,01$) entre os ambientes e o tipo de estratificação (arbóreo, arbustivo, herbáceo e liana), o ambiente rua e o estrato arbóreo apresentaram a maior riqueza florística, já o sistema de polinização biótico por abelhas foi o mais comum nos diferentes ambientes e estratos (Capítulo 2). A caracterização polínica das amostras mensais dos potes de polén das abelhas nativas mostraram um total de 55 tipos de polínicos distribuídos em 21 famílias botânicas. Dentre os tipos polínicos, *Miconia* tipo (Melastomataceae) coletado por *Melipona seminigra pernigra* Moure e *Vismia guianensis* (Hypericaceae) por *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 apresentaram-se como muito frequentes (>50%) em alguns meses. A espécie *M. seminigra* apresentou menor extensão de nicho polínico comparado com *S. xanthotricha*, sendo considerada mais especialista no uso dos recursos polínicos, mostrando maior preferência por poucos tipos polínicos, os hábitos, arbóreos e arbustivos foram mais intensamente visitados pelas abelhas do estudo (Capítulo 3). Assim, os resultados podem contribuir para reduzir a lacuna de conhecimento sobre as interações entre abelhas e plantas, especialmente em plantas de hábito arbóreo no bioma amazônico e subsidiar a tomada de decisões para a conservação da biodiversidade local.

Palavras-chaves: Composição florística, Estratificação vertical, Recursos polínicos, Planta-polinizador.

FLORISTIC STUDY AND POLLEN CHARACTERIZATION OF RESOURCES USED BY NATIVE BEES IN URBAN GREEN AREAS IN THE EASTERN AMAZON

GENERAL ABSTRACT

To understand the universe between plant and pollinator, palynology is an effective tool that generates important information about this interaction. The aim of this study was to characterize the floristic composition and supply of pollen resources used by native bees reared in urban green areas in Belterra, Pará, Brazil. To facilitate understanding, this thesis was divided into three chapters. The first shows the floristic composition and meliponicultural potential of secondary forest areas. The second reports the floristic composition of urban environments and the characterization of the predominant pollination systems in the vertical stratification. The third deals with the pollen characterization of the pollen pots of two bee species reared in an urban green area in Belterra. A total of 415 individuals, 99 species, 66 genera belonging to 40 botanical families were observed for areas of secondary forests, it was observed that 75% of the species have pollination systems by bees (Chapter 1). The street, backyard and secondary forest urban environments together presented 235 species distributed in 175 genera, belonging to 55 botanical families. The analyzes showed significant differences ($P= 0.01$) between the environments and the type of stratification (arboreal, shrubby, herbaceous and liana), the street environment and the arboreal stratum presented the greatest floristic richness, while the pollination system biotic by bees was the most common in different environments and strata (Chapter 2). The pollen characterization of monthly samples of pollen pots from native bees showed a total of 55 types of pollen distributed in 21 botanical families. Among the pollen types, *Miconia* type (Melastomataceae) collected by *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr 1950 and *Vismia guianensis* (Hypericaceae) by *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 were very frequent (>50%) in some months. The species *M. seminigra* showed a smaller extension of the pollen niche compared to *S. xanthotricha*, being considered less generalist, showing a greater preference for few pollen types, the habits, trees and shrubs were more intensely visited by the bees in the study (Chapter 3). Thus, the results can contribute to reducing the gap in knowledge about interactions between bees and plants, especially in arboreal plants in the Amazon biome, and subsidize decision-making for the conservation of local biodiversity.

Key words: Floristic composition, Vertical stratification, Pollen resources, Plant-pollinator.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

BOTANICAL STRUCTURE OF TWO URBAN SECONDARY FOREST AND ASSOCIATIONS WITH MELIPONICULTURE IN EASTERN AMAZONIA

- Figura 1.** Areas of secondary forest in the municipality of Belterra, western Pará, Brazil..... 23
- Figura 2.** Representation of the sample units with the identification of the diameter classes of the inventoried plant species. Adapted from Andrade et al. (2015)..... 24
- Figura 3.** Absolute and cumulative frequency of the diameter distribution (cm) of the individuals sampled in two areas of secondary forests in Belterra, Pará, Brazil..... 29
- Figura 4.** Mean species accumulation curve in two stingless-bee beekeeping areas in Belterra, Pará, Brazil. 30
- Figura 5.** Non-parametric bootstrap method in two stingless-bee beekeeping areas in Belterra, Pará, Brazil. 31
- Figura 6.** Dendrogram of floristic similarity (Bray-Curtis index) between the sampled plots in two areas in Belterra, Pará, Brazil. 32
- Figura 7.** Most important ecological groups in species observed in two areas of secondary forest near the hives of stingless bees in Belterra, Pará, Brazil..... 33
- Figura 8.** Frequency distribution of dispersal types for individuals in two areas of secondary forest near stingless-bee hives in Belterra, Pará, Brazil. Zoo (zoochory), Ane (anemochory), Aut (autochoric) .. 34
- Figura 9.** Frequency distribution of dispersal types for species in two areas of secondary forest near stingless-bee hives in Belterra, Pará, Brazil. Zoo (zoochory), Ane (anemochory), Aut (autochoric)... 35
- Figura 10.** Pollination systems preponderant in the species observed in two areas of secondary forest near the hives of stingless bees in Belterra, Pará, Brazil. Ane: anemophilous, Cant: cantharophilous, Ent: Entomophilous, Hon: mellitophilous, Myo: myophilous, Orni: ornithophilous, Psic: psicophilous, Chir: chiropterophilous and no inf: no information..... 36

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO BIÓTICA EM ÁREAS VERDES URBANAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Figura 1. Localização das áreas do estudo dentro dos limites urbanos do município de Belterra, Oeste do Pará-PA Representation of the sample units with the identification of the diameter classes of the inventoried plant species. Adapted from Andrade et al. (2015).

..... 56

Figura 2. Esquema da amostragem da vegetação nos três ambientes urbanos (rua, quintal e floresta secundária) localizadas dentro dos limites do município de Belterra, Oeste do Pará-PA..... 57

Figura 3. Porcentagem da riqueza de espécies pertencentes as famílias mais representativas nas áreas do estudo em Belterra, Amazônia, Brazil..... 60

Figura 4. Diagrama de Venn produzido a partir das espécies compartilhadas e exclusivas entre os três ambientes verdes urbanos rua, quintal e floresta secundária em Belterra, Amazônia, Brasil. 62

Figura 5. Número de espécies de plantas distribuídas na estratificação vertical nos ambientes urbanos do município de Belterra, Amazônia, Brasil... 63

Figura 6. Similaridade de Jaccard – nMDS Escalonamento Multidimensional para os ambientes urbanos verdes (rua, quintal e floresta secundária). 64

CAPÍTULO 3

RECURSOS POLÍNICOS COLETADOS POR ABELHAS NATIVAS EM ÁREAS VERDES UR-BANA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Figura 1. Localização do meliponário em uma área urbana de Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil. 83

Figura 2. Número de tipos polínicos encontrados nos potes de pólen de *M. seminigra* e *S. xanthotricha* relacionado a temperatura (° C), umidade relativa do ar (%), e chuva (milímetros) no período setembro de 2021 a agosto 2022 em Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil. 87

Figura 3. Gráficos (bipartidos), que representam o conjunto de interações tróficas relações entre *Melipona seminigra* (Ms) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Sx) e os tipos polínicos presentes nos potes de pólen coletados no período de setembro de 2021 a agosto de 2022

em um meliponário urbano de Belterra, baixo Amazonas, Pará, Brasil.....88

Figura 4. Relação do hábito das plantas e a frequência dos tipos polínicos (%) presentes nas amostras de pólen de *Melipona seminigra* (Ms) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Sx) no período de setembro de 2021 a agosto de 2022 em um meliponário urbano de Belterra, baixo Amazonas, Pará, Brasil.....94

Figura 5. Fotomicrografias dos tipos polínicos mais representativos presentes nos potes de pólen coletados por para *Melipona seminigra* e *Scaptotrigona xanthotricha* no período de setembro de 2021 a agosto de 2022 em um meliponário urbano de Belterra, baixo Amazonas, Pará, Brasil.

Anacardiaceae, *Tapirira guianensis* (A, B); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (C); Euphorbiaceae, *Alchornea* tipo (D); Fabaceae, *Inga* tipo (E), *Mimosa* tipo (F); Hypericaceae, *Vismia guianensis* (G); Malpighiaceae, *Byrsonima* tipo (H); Melastomataceae, *Miconia* tipo (I), Myrtaceae, *Psidium guajava* (J); Rubiaceae, *Borreria* tipo (K, L); Escala μm95

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

BOTANICAL STRUCTURE OF TWO URBAN SECONDARY FOREST AND ASSOCIATIONS WITH MELIPONICULTURE IN EASTERN AMAZONIA

Tabela 1. List of families, genera and botanical species recorded in different size classes in two beekeeping areas in the municipality of Belterra, Pará, Brazil. Ecological groups (GE)s: P – pioneers; Si – initial secondary; St – late secondary; and Ind – undetermined; Dispersion syndromes (SD): aut – autochoric; ane- anemochoric; and zoo-zoochoric; (Sin-Pol) Pollination systems; Cant: cantharophilous, Ent: Entomophilous, Hon: mellitophilous, Myo: myophilous, Orni: ornithophilous, Psic: psicophilous, Chir: chiropterophilous.....106

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO BIÓTICA EM ÁREAS VERDES URBANAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tabela 1. Distribuição em porcentagem das espécies de plantas, por sistemas de polinização preponderante, na estratificação vertical nos ambientes rua, quintal e floresta secundária município de Belterra, Amazônia, Brasil. 65

CAPÍTULO 3

RECURSOS POLÍNICOS COLETADOS POR ABELHAS NATIVAS EM ÁREAS VERDES URBANA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tabela 1. Comparativo de frequência (%) de tipos polínicos presentes nas amostras mensais dos potes de pólen (n = 12) para *Melipona semigra* (Ms) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Sx) durante o período de setembro 2021 a agosto de 2022 em Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (H') = índice de diversidade de Shannon-Weaver e (J') = Índice de uniformidade Pielou. 89

SUMÁRIO

1 – CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
1.2 Hipótese.....	16
1.3 Objetivo geral.....	16
1.3.1 Objetivos específicos.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

CAPÍTULO 1 - BOTANICAL STRUCTURE OF TWO URBAN SECONDARY FOREST AND ASSOCIATIONS WITH MELIPONICULTURE IN EASTERN AMAZONIA **19**

ABSTRACT.....	20
Introduction.....	20
Materials and Methods.....	22
Study Area.....	23
Characterization of sampled areas.....	23
Analysis of floristic composition.....	23
Data analysis.....	25
Results.....	26
Floristic composition.....	26
Horizontal structure attributes.....	27
Functional attributes.....	33
Mellitophilous flora.....	35
Discussion.....	36
Attributes of the horizontal structure.....	37
Attribute diversity.....	38
Functional attributes.....	40
Mellitophilous flora.....	41
Conclusion.....	44
Acknowledgments.....	44
References.....	44

CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO BIÓTICA EM ÁREAS VERDES URBANAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL..... **51**

RESUMO.....	52
ABSTRACT.....	53
Introdução.....	53
Materials and Methods.....	55
Área de estudo.....	55
Coleta dos dados.....	56
Composição florística.....	56
Análise dos dados.....	59
Resultados.....	59
Composição florística.....	59
Distribuição das espécies por ambiente urbano.....	60
Distribuição das espécies por hábito e estratificação vertical.....	63
Diversidade e similaridade florística.....	64
Sistemas de polinização preponderantes.....	65

Discussão.....	66
Conclusão.....	69
Agradecimentos.....	70
Referências Bibliográfica.....	70

**CAPÍTULO 3 - RECURSOS POLÍNICOS COLETADOS POR ABELHAS
NATIVAS EM ÁREAS VERDES URBANA NA AMAZÔNIA ORIENTAL 80**

RESUMO	80
Introdução	81
Material e métodos.....	82
Área de estudo	82
Coleta do pólen e material botânico	83
Processamento químico e montagem das lâminas.....	83
Análise polínica	84
Análise dos dados.....	84
Resultados.....	84
<i>Melipona seminigra</i>	85
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	85
Sazonalidade.....	86
Índices ecológicos e interação trófica.....	86
Frequência de tipos polínicos e hábito/ estratificação vertical	94

Discussão.....	96
Considerações finais.....	99
Referências.....	99

CONCLUSÃO GERAL.....	104
ANEXOS.....	105

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos ambientes urbanos da Amazônia, onde a perda das características da vegetação é notável, as áreas verdes são as principais responsáveis pela prestação de serviços ecossistêmicos. Essas áreas vêm sofrendo alterações que resultam em fragmentações florestais em porções de vegetação progressivamente menores, isoladas por áreas ocupadas pelo desenvolvimento agrícola, industrial e urbano (ELIAS *et al.*, 2018).

As áreas verdes urbanas podem ser conceituadas como áreas livres da cidade, com características predominantemente naturais, sem levar em conta o porte da vegetação. São áreas onde predomina a permeabilidade, podendo haver vegetação predominantemente rasteira ou uma vasta cobertura arbórea (LISBOA *et al.*, 2019).

A maioria das cidades amazônicas possui pouca área verde urbana (FERREIRA *et al.*, 2012). Deste modo, gestores públicos e moradores têm destacado o papel das florestas secundárias urbanas como áreas verdes para as cidades (SANTANA *et al.*, 2015). Os espaços verdes urbanos têm sido cada vez mais reconhecidos como um dos elementos cruciais no planejamento urbano sustentável em todo o mundo, podendo fornecer importantes serviços ecossistêmicos (PEREIRA *et al.*, 2018).

Um dos serviços ecossistêmicos que traz benefícios aos seres humanos por ser importante para a manutenção de populações de plantas nativas e cultivadas é a polinização, que permite a ampliação da variabilidade genética numa população, por meio da transferência de grãos de pólen das partes masculinas das flores para as femininas, resultando na formação de frutos e sementes (OLLERTON *et al.*, 2011; COSTANZA *et al.*, 2017; ROUBIK, 2018; BPBES, 2019). Consideradas os principais agentes polinizadores mundiais, as abelhas interagem com aproximadamente 80% das espécies vegetais com flores e com 73% das espécies agrícolas cultivadas (RICKETTS *et al.*, 2008; POTTS *et al.*, 2010; RECH *et al.*, 2014).

O município de Belterra no oeste do Pará, atualmente vê suas paisagens geográficas alteradas devido à expansão do agronegócio sojeiro ter avançado para além das bordas da floresta, atingindo implacavelmente o perímetro urbano e área de expansão urbana do município (CORRÊA *et al.*, 2011; 2018). Essa mudança na paisagem pode levar a um declínio, tanto das espécies de plantas quanto dos polinizadores a elas relacionados (BIESMEIJER *et al.*, 2006; IPBES, 2016; BPBES/REBIPP, 2019), uma vez que causa a redução da quantidade de áreas de florestas e, conseqüentemente, das floradas das quais dependem esses e outros polinizadores (MAUÉS, 2014; FUENTES *et al.*, 2016; GIANNINI *et al.*, 2017; ELIAS *et al.*, 2017).

Estudos sobre a composição florística e a distribuição de recursos florais considerando a estratificação vertical, somada ao conhecimento das interações com a fauna, permitem compreender melhor o funcionamento das comunidades, bem como ajuda a entender o processo

de regeneração, fornecendo, assim, subsídios para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação (SILVA *et al.*, 2012). Toda a estratificação produz recursos florais e podem compor o nicho trófico de diversas espécies de insetos, dentre eles as abelhas. Muitos trabalhos abordam apenas espécies arbóreas e arbustivas em seus levantamentos. No entanto, toda a estratificação produz recursos florais e podem ser complementares se levarmos em conta a sazonalidade de floração (SILVA *et al.*, 2012; ALEIXO *et al.*, 2014; MAGALHÃES *et al.*, 2017).

Desta forma, o conhecimento da palinoflora proporciona a verificação das particularidades dos ecossistemas em que as atividades de criação de abelhas são desenvolvidas, estabelecendo potencial produtivo e definição das possibilidades de manejo, considerando-se que a variabilidade da flora permite uma meliponicultura sustentável e rentável (VOSSLER *et al.*, 2014; FERREIRA; ABSY 2017 a, b; ABSY *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2021).

Assim as espécies de abelhas deste estudo, *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr 1950 e *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 são as espécies manejadas com maior frequência pelos meliponicultores na região de Belterra, com destaque para *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 por ser uma espécie que apresenta maior produção de mel anual.

1.2 Hipótese geral

Espécies diferentes de abelhas nativas criadas no mesmo local tendem a coletar os mesmos recursos tróficos, apresentando assim uma coleta equivalente nos diferentes estratos e uma alta sobreposição de nicho.

1.3 Objetivo geral

Caracterizar a oferta de recursos polínicos sob o ponto de vista palinológico para abelhas *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 criadas em áreas verdes urbanas em Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil.

1.3.1 Específicos:

- Caracterizar a composição florística nos ambientes verdes urbanos (rua, quintal e floresta secundária), considerando a estratificação vertical relacionando ao sistema de polinização preponderante;
- Identificar qual/quais ambiente urbanos apresentam maior riqueza de espécies de plantas, assim como desvendar como estão distribuídos os sistemas de polinização bióticos nos diferentes ambientes e estratos;
- Compreender os níveis de sobreposição do nicho polínico, diversidade e uniformidade de coleta de recursos para *Melipona seminigra* e *Scaptotrigona xanthotricha*.

REFERÊNCIAS

ABSY, M.L.; RECH, A.R.; FERREIRA, M.G. **Pollen Collected by Stingless Bees: A Contribution to Understanding Amazonian Biodiversity**. In: Vit P, Pedro SRM, Roubik D, editors. *Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology*. 1st ed. Berlin (GER): Springer International Publishing; p. 29–46, 2018.

ALEIXO, K.P.; FARIA, L.B.; GROppo M.; CASTRO, M.M.N.; SILVA, C.I. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance of pollinators, especially bees. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, n. 4, p. 689-696, 2014.

BIESMEIJER, J.C. et al. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006.

BPBES/REBIPP: **Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil**. WOLOWSKI, M. et. al. (Org.). 1ª edição, Campinas, SP, p.184, 2019.

COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosyst Serv**, v. 28, p. 1–16, 2017.

CORRÊA, J.A.J; ANDRADE, S.C.P; PEREIRA, I.C.N. Uso de imagens NDVI para análise temporal da dinâmica da paisagem no município de Belterra–PA. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6540

CORRÊA, J.A.J.; DOS SANTOS, J.L. C; DE PÁDUA ANDRADE, S.C.; PEREIRA, I. C.N; da SILVA, J.T. Análise espacial dos fatores determinantes das pastagens no baixo Amazonas/PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 9(5), 341-351, 2018.

ELIAS, G.A.; MARTINS, H.B.; VINHOLES, A.R.; MARQUES, B.H.; ZANETTE, V.C.; SANTOS, R. Arbóreos de um fragmento florestal urbano em Santa Catarina, sul do Brasil: florística e estrutura. **Ciência Florestal**, v4: 1755-1769, 2018.

FERREIRA, L.V.; PAROLIN, P.; MUÑOZ, S.H.; CHAVES, P.P. O efeito da fragmentação e isolamento florestal das áreas verdes da Região Metropolitana de Belém. **Pesquisas Botânica**, 63: 357-367, 2012.

FERREIRA, M.G.; ABSY, M.L. Pollen niche and trophic interactions between colonies of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Apidae: Meliponini) reared in floodplains in the Central Amazon. **Arthropod-Plant Interactions**, v.9, p. 263–279, 2015.

FERREIRA, M.G.; ABSY, M.L.; REZENDE, A.C.C. Pollen collected and trophic interactions between stingless bees of the genera, and (Apidae: Meliponini) raised in Central Amazon. **Journal of Apicultural Research**, v. 60, p. 1-13, 2021.

FUENTES, J.D. et al. Air pollutants degrade floral scents and increase insect foraging times. **Atmos Environ**, v. 141, p. 361– 374, 2016.

GIANNINI, T.C. et al. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. **Plos One**, v. 12, 2017.

IPBES. **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination, and food production.** Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V.L.; Ngo, H.T (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn. 552p, 2016.

LISBOA, L.S.; ALMEIDA, A.S.; LAMEIRA, W.J. Análise temporal da fragmentação florestal no leste da Amazônia legal. **Novos Cadernos**, 22:3, 2019.

MAGALHÃES, J.H.R.; PRADO-JUNIOR, J.A.; VALE, V.S.; SCHIAMI, I. Dinâmica do estrato arbóreo em uma floresta estacional semidecidual em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v. 72, n.3, p. 394-402, 2017.

MARQUES, L.J.P. et al. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botânica Brasílica**, v. 25, n. 1, p. 141-149, 2011.

MAUÉS, M.M. **Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas.** In: Biologia da Polinização. P. 607–636, 2014.

MEMMOTT, J. et al. Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. **Ecology Letters**, v. 10, n. 8, p. 710-7, 2007.

OLIVEIRA, F.P.M.; ABSY, M.L.; MIRANDA, I.S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 39, p.505 -518, 2009.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321-326, 2011.

PEREIRA, H.S.; KUDO, A.S.; SILVA, S.C.P. Topofilia e valoração ambiental de fragmentos florestais urbanos em uma cidade amazônica. **Ambiente & Sociedade**, 21:e01590, 2018.

POTTS, S.G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v.25, p. 968-998, 2010.

RECH, A.R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P.E.; MACHADO, I.C. Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Revisora Editorial Ceres Belchior/ **Projeto Cultural**, 527 p, 2014.

RICKETTS, T.H et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v.11, n. 1, p. 499–515, 2008.

ROUBIK, D.W. **The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners.** Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), Roma, 2018.

SILVA, C.I.; ARAUJO, G.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no triângulo Mineiro, MG, **Brasil. Acta Botanica Brasílica**, v. 26. P.748-760, 2012.

VOSSLER, F.G.; FAGÚNDEZ, G.A.; BLETTLER, D.C. Variability of Food Stores of *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the Argentine Chaco Based on Pollen Analysis. **Sociobiology**, v.61, p. 449-460, 2014.

Artigo aceito para publicação na revista *Acta Botanica Brasilica*

Este Artigo segue as normas da revista *Acta Botanica Brasilica*

Original article

Botanical structure of two urban secondary forest and associations with meliponiculture in eastern Amazonia.

Rogério Ribeiro de Souza^{1*} 0000-0001-9116-3400 Amanda Alves Valente² 0009-0003-0954-0628 Chieno

Suetmisu² 0000-0002-6079-5162 Marcos Gonçalves Ferreira³ 0000-0002-7108-792X Ima Célia Guimarães

Vieira⁴ 0000-0003-1233-318X

1 Universidade Federal Rural da Amazônia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Botânica Tropical, 66077-830, Terra Firme, Belém, PA, Brazil

2 Universidade Federal do Oeste do Pará, 68040-070, Caranazal, Santarém, Pará, Brazil

3 Universidade Federal Do Acre, 69920-900, Distrito Industrial, Rio Branco, Acre, Brazil

4 Museu Paraense Emílio Goeldi 66077-830, Terra Firme, Belém, Pará, Brazil

*Corresponding author: rsouzabio@gmail.com

Abstract

The present study aims to know the floristic composition and the beekeeping potential of two areas of secondary forests in the Eastern Amazon. Sampling was carried out in 25 plots of 40 m² in two areas (0.1 ha) of secondary forests (SF), in which three classes of DBH values were considered (C1: $1 \text{ cm} \leq \text{DBH} \leq 5 \text{ cm}$; C2: $5 \text{ cm} < \text{DBH} \leq 10 \text{ cm}$ and C3: $\text{DBH} \geq 10 \text{ cm}$). A total of 230 individuals were recorded in SF I, comprising 66 species and 27 botanical families and 185 individuals in SF II, comprising 43 species distributed in 24 botanical families. The highest richness and abundance were verified for C1, followed by C2 in both areas. The Shannon-Wiener diversity index was higher in SF I ($H = 3.722$) than in SF II ($H = 3.197$). It was observed that 75% of the species have pollination systems by bees (melittophilous flora) and, therefore, are considered sources of honey resources. It is suggested, therefore, the valorization of secondary urban forests for the creation and rational management of native stingless bees.

Keywords: Secondary succession; Biodiversity; Mellitophilous flora, Bees, Pollination systems

Introduction

Brazil contains the largest remaining expanse of tropical forests on the planet, with more than 60% of the Amazon rainforest within its borders (FAO 2010). As in other tropical regions, the abandonment of agricultural areas and the increase in deforestation rates, mainly due to the occurrence of infrastructure works for urbanization, and expansion of agriculture for food and commodity production, have led to the growth of secondary forests throughout the country. These forests are the result of a natural process of vegetation regeneration in areas where previously there was ground-level cutting of the primary forest and are fundamental for the conservation of biodiversity and carbon sequestration, guarantee of water supply and

pollination of plants (Vieira & Gardner 2012; Chazdon *et al.* 2016; Giannini *et al.* 2017; Elias *et al.* 2017; Lennox *et al.* 2018; Silva-Junior *et al.* 2020).

One of the ecosystem services that brings benefits to humans, since it is important for the maintenance of native and cultivated plant populations, is pollination, which aids genetic variability in a population through the transfer of pollen grains from the male parts of flowers to the female, thus resulting in the formation of fruits and seeds (Ollerton *et al.* 2011; Costanza *et al.* 2017; Roubik 2018). Considered to be the world's main pollinating agents, bees interact with approximately 80% of flowering plant species and with 73% of cultivated agricultural species (Ricketts *et al.* 2008; Potts *et al.* 2010; Ollerton *et al.* 2011; Rech *et al.* 2014). In Brazil, of 114 cultivated plants used directly or indirectly for food, about 66% are pollinated by bees (Wolowski *et al.* 2019).

In the interior of the Amazon, the breeding of stingless bees (meliponiculture) has been shown to be an activity that fits perfectly into the precepts of sustainable use of natural resources and has been shown to be an excellent alternative for income generation among traditional populations (Absy *et al.* 2018, Rezende *et al.* 2021). In the west of the state of Pará, in the lower Amazon, the practice of keeping stingless bees (meliponiculture) has shown great potential as a sustainable activity (Pires *et al.* 2020). Plant recovery with native species in degraded areas favors meliponiculture by reintroducing those that meet the food needs of bees, based on the periods of nectar and pollen supply (Luz *et al.* 2014).

The survey of the flora around the bee hives can identify and recognize the plant species that are part of the diet of bees, and assists in studies of biodiversity, natural resource management and environmental recovery programs (Pierre *et al.* 2018). Plants that are attractive to bees can be classified into: plants that produce pollen in large quantities (pollinating flora), plants that provide nectar (nectariferous flora) and plants that simultaneously provide pollen and nectar (nectariferous-pollinating flora) (Barth 2004).

In this way, the knowledge of the mellitophilous flora provides a greater knowledge of the particularities of the ecosystems in which bee keeping activities are developed. This helps to establish productive potential and management possibilities since the variability of the flora allows a sustainable and profitable meliponiculture (Absy *et al.* 2018; Ferreira *et al.* 2021; Souza *et al.* 2020, 2021).

As such, the present study aims to reveal the floristic composition and meliponiculture potential of two areas of secondary forests in the eastern Amazon.

Materials and Methods

Study Area

The study was conducted in the municipality of Belterra, western state (- 54°45'57" W; 02°33'32.39" S and 55°06'36.48" W; 02°54'49" S), in two areas that are at an altitude of approximately 152 m (Fig. 1). The climate of the region, according to the Köppen classification is of type Ami (megathermal, tropical humid), with the average temperature of the coldest month being above 18 °C. It also has an average annual temperature around 24.8 °C, average relative humidity of 90% and average annual precipitation of 2100 mm (Furtando- Neto *et al.* 2019) According to Espírito-Santo (2005), the vegetation is classified as Dense Lowland Ombrophilous Forest, characterized by the dominance of large arboreal individuals and the abundance of woody lianas, palms and epiphytes. The relief is flat or dissected, the floodplains are periodically flooded rainy period (Andrade 2015).

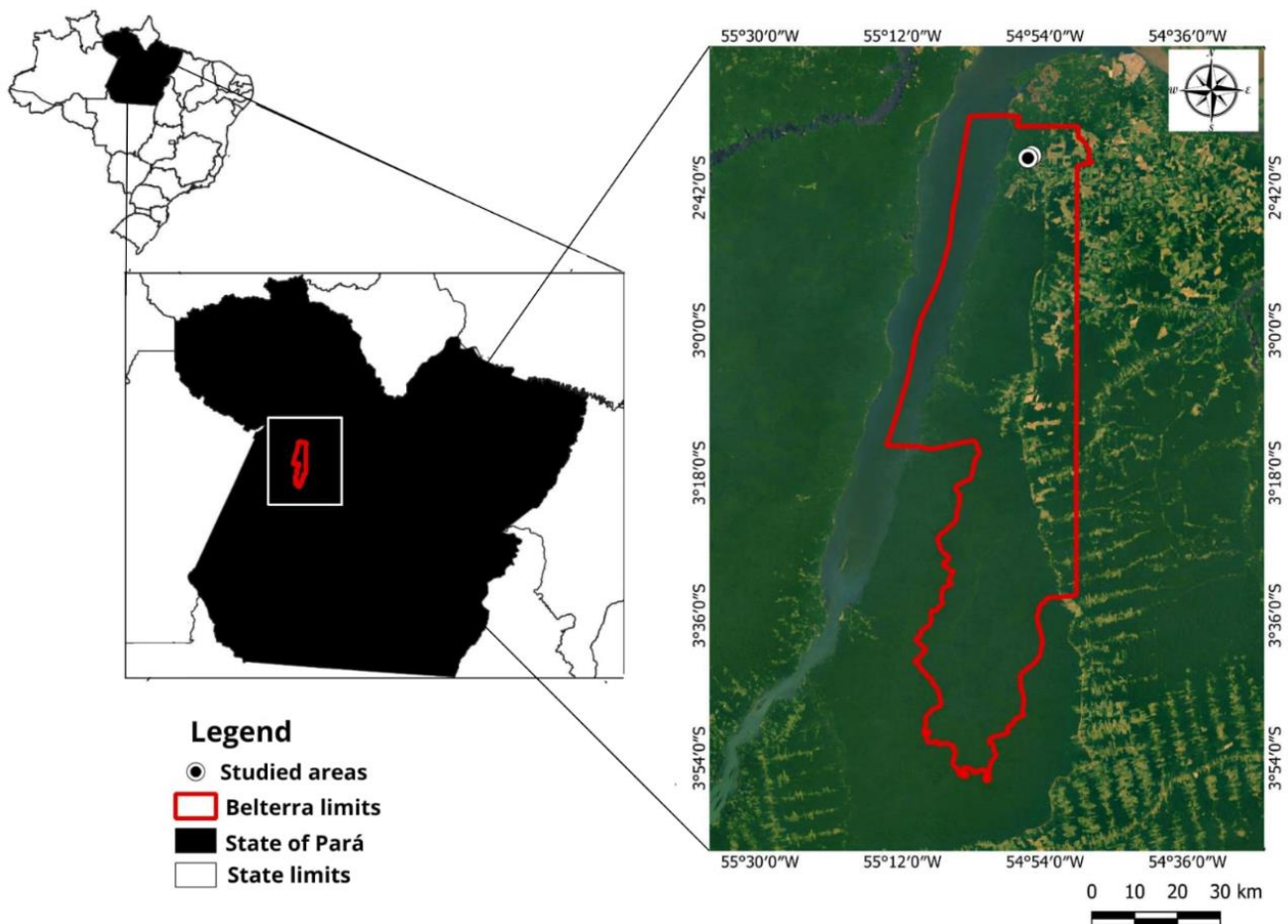


Figure 1. Areas of secondary forest in the municipality of Belterra, western Pará, Brazil.

Characterization of sampled areas

Two areas of secondary forest where stingless bee keeping occurs were selected. These were named secondary forest I (SF I) and secondary forest II (SF II), which developed in areas that were deforested for agricultural activities. The vegetation of SF I is approximately 12 years old and that of SF II is approximately 18 years old. The plots were chosen due to them being areas favorable to bee foraging (Aleixo *et al.* 2014).

Analysis of floristic composition

Vegetation was evaluated by sampling 25 plots of 10 x 4 m (1,000 m²), which were systematically distributed in each area. The foraging radius of local bees (1,000 m²) was taken into account (Aleixo *et al.* 2014). Although SF I was larger in size, we opted for the same number

of plots as SF II in order to facilitate the comparison between them regarding vegetation parameters. SF I and SF II present characteristics of an anthropized environment, and in these spaces a greater number of anthropic pressures are exerted such as deforestation of vegetation and agriculture.

Individual trees were grouped into three diameter classes: C1: $1 \text{ cm} \leq \text{DBH} \leq 5 \text{ cm}$ in the first 10 m (2 m x 5 m); C2: $5 \text{ cm} < \text{DBH} \leq 10 \text{ cm}$ in the first 20 m (2 m x 10 m) and C3: $\text{DBH} > 10 \text{ cm}$ throughout the plot (10 m x 4 m) as illustrated in (Fig. 2). Any species that were not identified in the field were collected and identified with the help of the literature and consultation of exsiccates listed in the Herbarium HSTM. The botanical nomenclature was checked with the electronic database of the list of species of Flora of Brazil (Brazil flora group 2021).

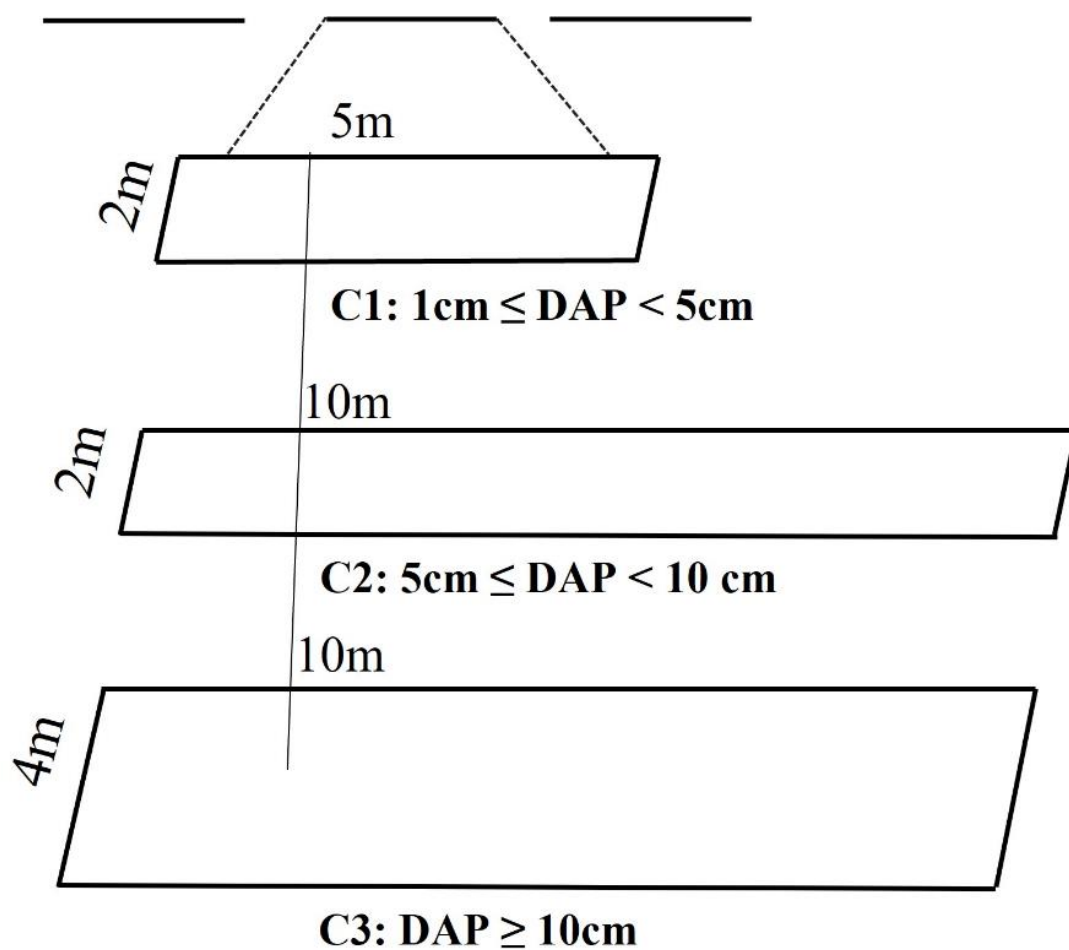


Figure 2. Representation of the sample units with the identification of the diameter classes of the inventoried plant species. Adapted from Andrade *et al.* (2015).

To sample the vegetation, botanical expeditions were carried out in the areas in 2021 and plant specimens were collected. Only fertile samples (with flower, fruit or spores) were collected, as recommended by Mori *et al.* (1989). At the Plant Systematics Laboratory of the Federal University of Western Pará, the material was dehydrated in an oven at a temperature of 60 °C (for 2 to 3 days) and then sent for identification. After identification, the species were incorporated into the UFOPA herbarium collection.

Each specimen received a registration number containing all the information regarding the place of collection, morphological characteristics and the identification of the taxonomic group. For the latter, essential criteria for proper identification were met. Among them, (APG IV 2016) was adopted as the species classification system, while their names were verified in the databases of Flora do Brasil 2020 (Brazil flora group 2021 and IPNI 2023). Subsequently, the species were listed and organized into botanical families, genera and also in terms of origin: exotic or native (Lorenzi 2010; Moro *et al.* 2011) regarding the ecological group: pioneers, early secondary and late secondary (Gandolfi *et al.* 1995; Fonseca & Rodrigues 2000; Carvalho 2007), as for the dispersion type: anemochory, autochory and zoochory (Van der Pijl 1982); as for the pollination system, this followed the classification proposed by Faegri and Van der Pijl (1976) and also specialized literature on pollination ecology, reproductive and floral biology, in addition to a specialized database (www.rcpol.org.br), so as to determine the types of pollinators of each plant species and the available resources.

Data analysis

For each area, four types of attributes were considered: floristic composition attribute, structural attributes (density of individuals per plot, average diameter at ground height); diversity attributes (species richness and diversity); functional attributes (successional category, frequency distribution of dispersal syndromes for species and individuals and pollination

system). Using the analysis of the floristic composition, the Shannon diversity index (H'), the Pielou equability index and the Simpson dominance index were calculated.

To compare the areas, cluster analysis was performed, using an abundance matrix to calculate the similarity matrix with the Bray-Curtis index and the linkage method with unweighted pair group method with arithmetic mean (UPMGA) algorithm.

The mean species accumulation curve with an increase in the number of sampled individuals was calculated in the EstimateS 8.2.0 program (Colwell 2009), considering 100 randomizations of the data. In addition to the mean curve, the expected number of species was calculated using the nonparametric richness estimator bootstrap, which is a richness estimator based on the incidence of species, and allows one to standardize species richness comparisons to a common number of individuals (Freitas & Magalhães 2012).

The diametric structure of the areas was characterized by the frequency of the number of trees for each diameter class. The phytosociological parameters and the dendrogram were calculated in the FITOPAC 2.1 program (Shepherd 2009) and the parameters of the diametric structure were calculated in Excel 2010.

Results

Floristic composition

In both areas, considering the 2,000 m², 415 individuals belonging to 40 families, 66 genera and 99 species were sampled (Tab. 1). In SF I, 230 individuals were sampled, which belong to 66 species distributed in 27 botanical families; C1 with 49 species distributed in 22 families. Meliaceae had the highest number of individuals (15) and Fabaceae had the highest number of species (7); C2 with 19 species distributed in 10 families, Apocynaceae with the highest number of individuals (12) and Meliaceae with the highest number of species (7) and, in C3, 15 botanical families, 26 species were sampled, Meliaceae with 12 individuals and

Apocynaceae with the highest number of species (9). While, in SF II, 43 species were sampled, which were distributed in 24 botanical families; C1, 29 species and 18 families, Hypericaceae presented the largest number of individuals (26) and Meliaceae presented the largest number of species (5); in C2 18 species and 15 families were sampled, with emphasis on Myrtaceae (8) and Hypericaceae (3), which had the greatest number of species, and C3, in which 20 species were sampled that belonged to 15 families, with emphasis on Anacardiaceae with 12 individuals and Fabaceae with the greatest number of species (3). SF II presented higher values for volume and height for class C3, characterizing it as “capoeira” or advanced stage of regeneration, with trees that reach an average height of greater than 13 meters and the average diameter was greater than 10 cm. The areas SF I and SF II presented higher species richness and abundance of individuals for the diameter classes C1, followed by C2 in both areas.

Horizontal structure attributes

The structural parameters of the vegetation sampled in the two areas show that there is no significant difference in the number of species and botanical families sampled per plot, which reinforces the fact that, from the floristic point of view, the areas are similar. There was also no significant difference between the areas regarding the number of individuals when using the one-way ANOVA test, followed by the Tukey-Kramer “t” test calculation in the PAST program (Hammer *et al.* 2001), considering a significance level of 5% (p -value < 0.05), obtaining as a result $p = 0.3862$.

In SF I for C1, 22 families, 49 species and 130 individuals, with a basal area (G) 0.069 m²/ha, total volume of 0.29 m³, with mean height 3.6 m were identified; and, for C2, 10 families, 19 species and 49 individuals were identified. The basal area (G) was 0.16 m²/ha with a total volume of 1.04 m³ with an average height of 6.2 m. For C3, 15 families and 26 species were

identified, totaling 55 individuals. The basal area (G) was 1.28 m²/ha with a total volume of 14.25 m³, with an average height of 8.4 m.

The most ecologically important species, according to the importance value index (IVI) for SF I (C1), were *Fusaea longifolia* (Aubl.) Saff. (Annonaceae) (6.8%), *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae) (6.4%), *Doliocarpus glomeratus* Eichler (Dilleniaceae) (6.2%), *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Hypericaceae) (5.9%), *Guarea kunthiana* A.Juss. (Meliaceae) (5.4%), *Guarea guidona* (L.) Sleumer (Meliaceae) (5.1%), *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch. (Hypericaceae) (4.9%), (C2), *Hancornia speciosa* (19.2%), *Trichilia pallida* SW. (Meliaceae) (13.2%), *Talisia mollis* (Sapindaceae) (9.5%), *Fusaea longifolia* (7.6%), *Vismia baccifera* (5.5%), *Guarea kunthiana* (4.9%) and *Vismia guianensis* (4.4%), and for (C3), these were *Trichilia pallida* (16.2%), *Hancornia speciosa* (12.16%), *Caryocar brasilienses* Cambess. (Caryocaraceae) (8.50%), *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don (Bignoniaceae) (7.67%), *Talisia carinata* Radlk. (Sapindaceae) (7.01%), and *Vismia guianensis* (5.66%).

In SF II, for C1, there were 18 families, 29 species and 100 individuals. The basal area (G) 0.06 m²/ha, total volume of 0.23 m³, with mean height 3.3 m. For C2, 15 families, 18 species and 40 individuals were identified. The basal area (G) was 0.15 m²/ha, with a total volume of 1.08 m³, with an average height of 6.2 m. For C3, 15 families and 20 species were identified, totaling 55 individuals, basal area (G) was 1,135 m²/ha, with a total volume of 18.9 m³, and an average height of 13.3 m.

The dominant species in this area were *Vismia baccifera* of the family Hypericaceae, which presented 23 individuals, followed by *Byrsonima sericea* DC. of the family Malpighiaceae with 21, *Tapirira guianensis* Aubl. of the family Anacardiaceae with 21 individuals, the genus *Myrcia* of the family Myrtaceae with 19 individuals distributed in two species *Myrcia sylvatica* DC. (13) and *Myrcia splendens* DC. with 6 individuals respectively.

In SF II, for C1, *Vismia baccifera* (16.3%), *Byrsonima sericea* (10.8%), *Guarea guidonia* (9.8%), *Myrcia sylvatica* (7.9%), *Lacistema aggregatum* (P.J. Bergius) Rusby (Lacistaceae) (7.3%) and *Vismia guianensis* (7.0%) were present; and, in C2, the species *Tapirira guianensis* (17.9%), *Byrsonima sericea* (14%), *Myrcia sylvatica* (11%), *Myrcia splendens* (8.8%), *Casearia javitensis* Kunth (Salicaceae) (6.9%) and *Cecropia palmata* Willd. (Urticaceae) (6.0%) and C3, *Tapirira guianensis* (27%), *Cecropia palmata* (7.1%), *Inga Alba* (Sw.) Willd. (Fabaceae) (6.6 %) and *Inga thibaudiana* DC. (Fabaceae) (6.4%), *Myrcia splendens* (5.9%), *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum. (Malvaceae) (5.2%), and *Trichilia pallida* (5.0%) were present.

The result obtained for the frequency distribution in the diameter classes and presented in the graph in the form of an inverted “J” is the pattern presented for secondary forests with a large concentration of individuals in the smaller diameter classes and a drastic reduction in the number of individuals occupying the larger diameter classes (Fig. 3).

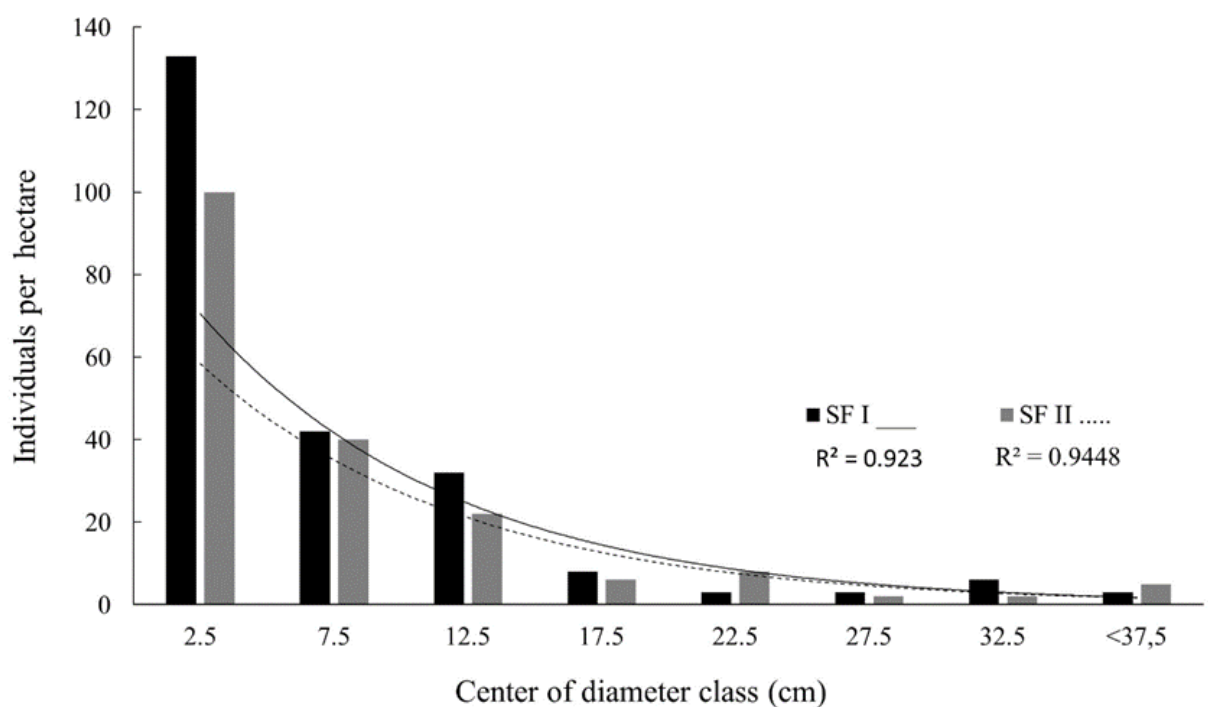


Figure 3. Absolute and cumulative frequency of the diameter distribution (cm) of the individuals sampled in two areas of secondary forests in Belterra, Pará, Brazil.

The mean curve of species accumulation in SF I and SF II (Fig. 4) shows that, in SF I, there was a higher accumulation rate, since 66 species were sampled in this area, compared to the 43 species sampled in SF II. The number of individuals sampled in SF I was also higher (230) when compared to SF II (185). Regarding the expected number of species calculated via the bootstrap estimator, in SF I, 80 species were estimated; while, in SF II, 50 species were estimated, which indicates that about 83% and 86% of the species, respectively, were effectively sampled in the two areas (Fig. 5).

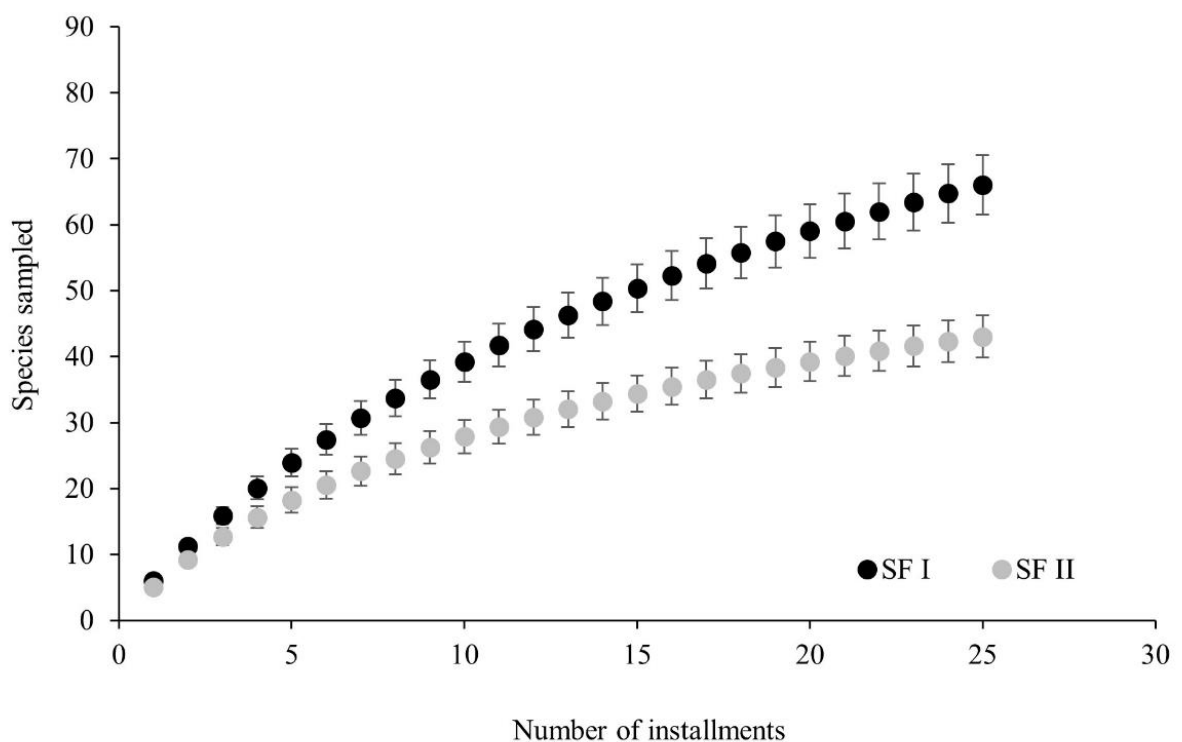


Figure 4. Mean species accumulation curve in two stingless-bee beekeeping areas in Belterra, Pará, Brazil.

Based on the rarefaction curve, it is inferred that the sample sufficiency for the richness at the site is close to being reached (Fig. 5). It is worth mentioning that it was not possible to install more sampling units in the areas, due to the foraging radius of the bees raised in the hives, which is estimated at 1 km (Aleixo *et al.* 2014).

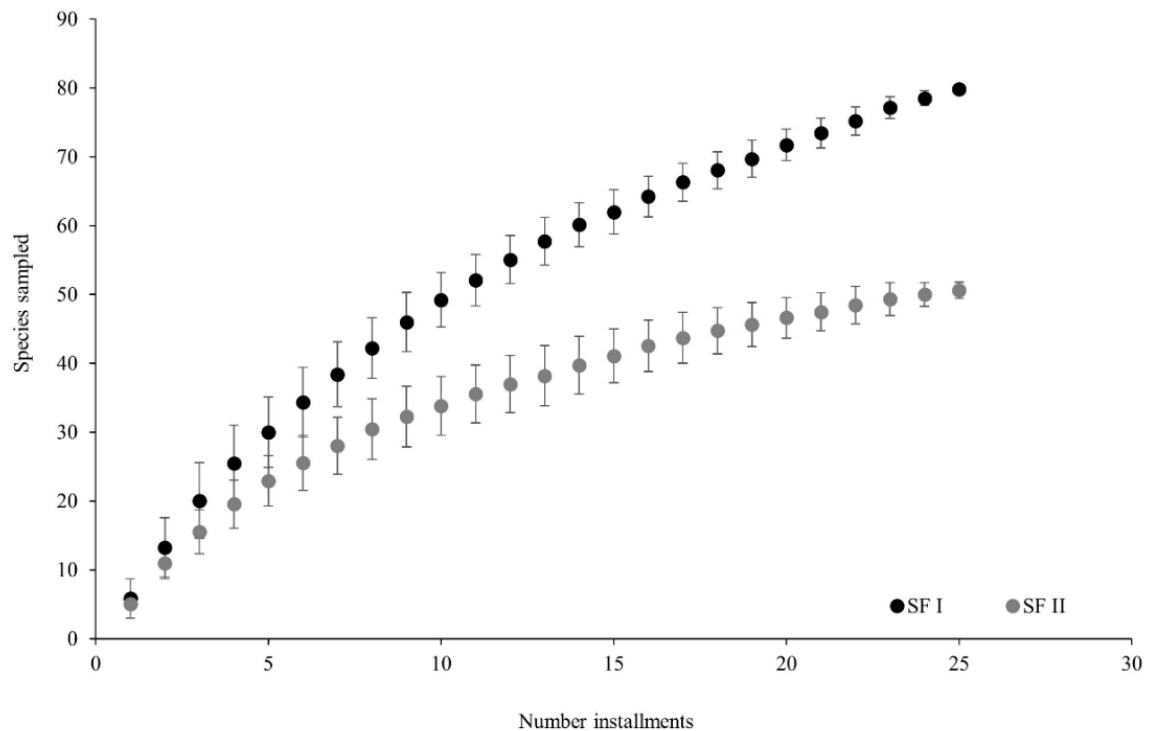


Figure 5. Non-parametric bootstrap method in two stingless-bee beekeeping areas in Belterra, Pará, Brazil.

The Shannon-Wiener index found for SF I was $H' = 3.722$, and for SF II this was $H' = 3.197$. The Pielou index was 0.088 (SF I) and 0.849 (SF II). The Simpson index showed values of 0.962 (SF I) and 0.938 (SF II), with the value of SF I being slightly higher.

The cluster analysis of the floristic similarity of the two areas showed a differentiation in three groups. The first being formed by most of the plots of SF II, while the second was formed by the plots of SF I, the third was formed by plots of SF II with plots of SF I. Thus, it is noticed that the closer plots are more related to each other than the distant ones, and present a higher value of floristic similarity than the more distant plots (Fig. 6).

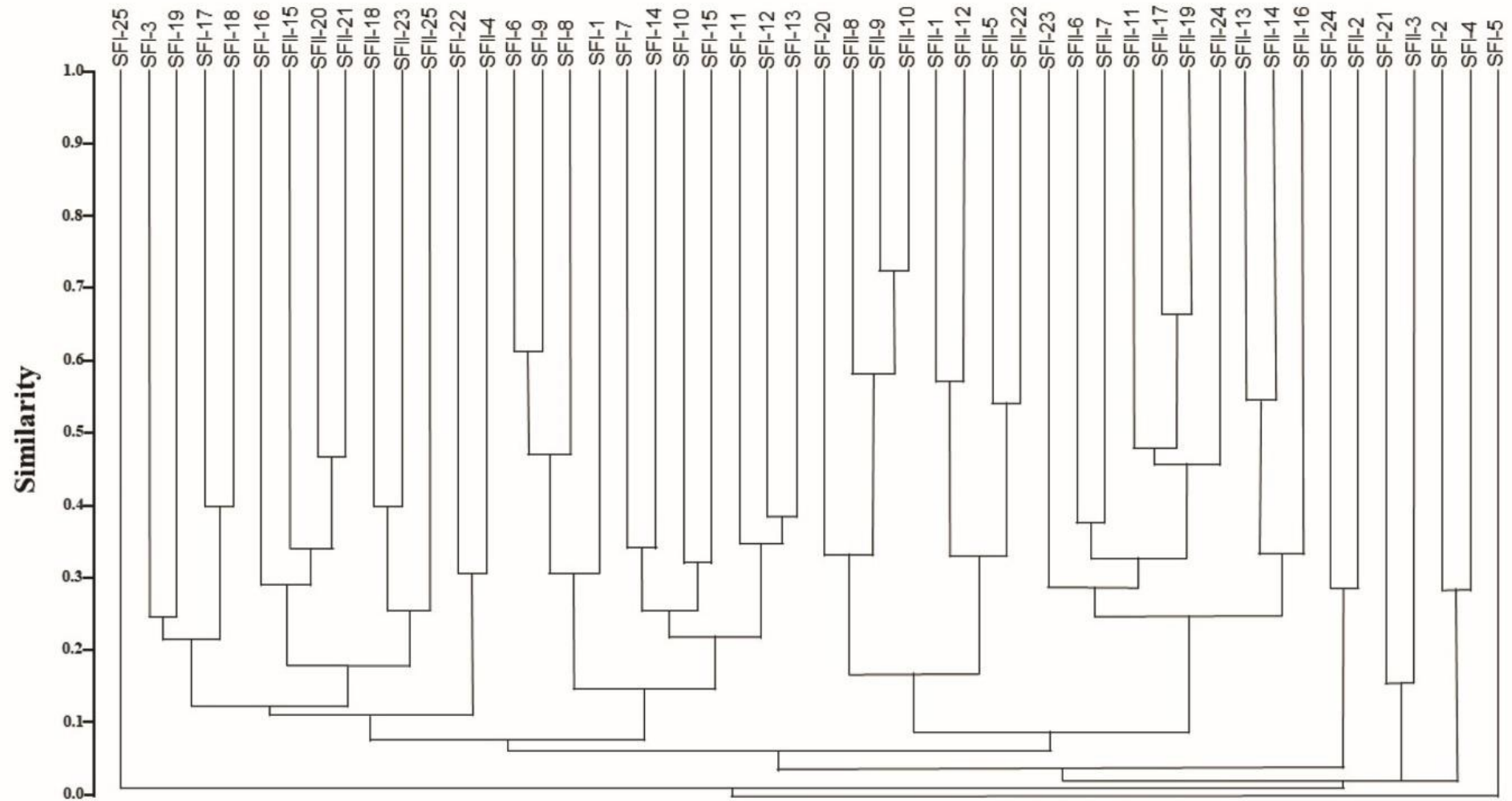


Figure 6. Dendrogram of floristic similarity (Bray-Curtis index) between the sampled plots in two areas in Belterra, Pará, Brazil.

Functional attributes

As for the successional category, the largest number of species were the pioneers (46 species) followed by early secondary (23 species), late secondary (20 species), climax (4 species) and unidentified (2 species) (Fig. 7).

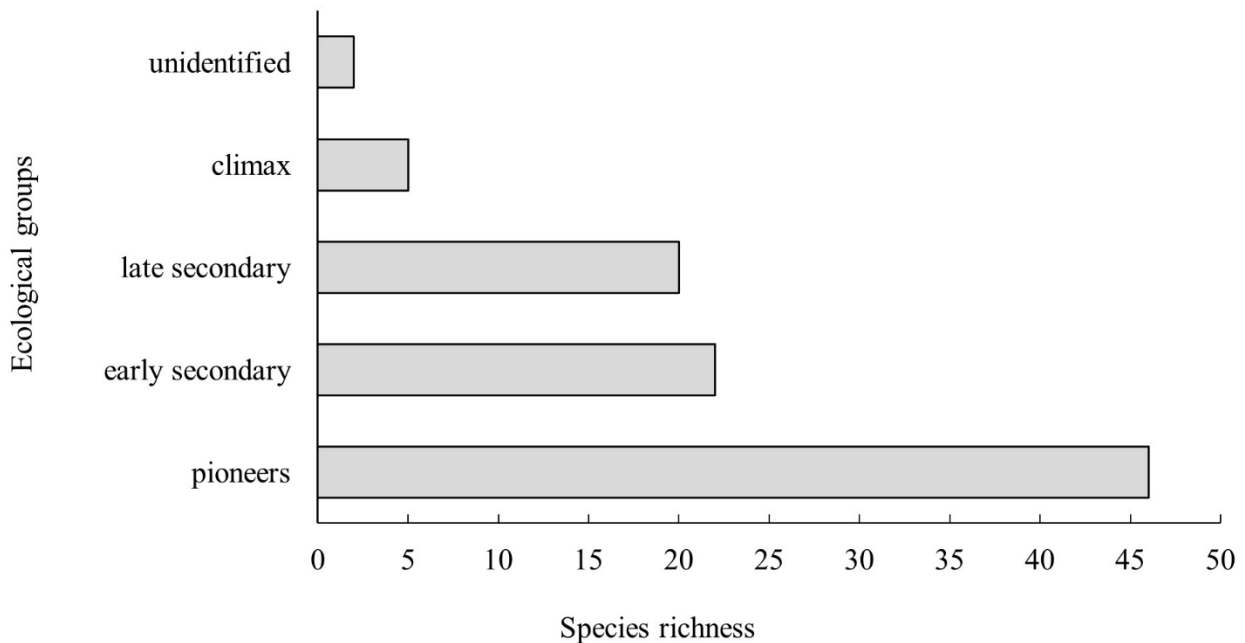


Figure 7. Most important ecological groups in species observed in two areas of secondary forest near the hives of stingless bees in Belterra, Pará, Brazil.

Regarding dispersion type, in SF I, 22.5% of species and 55% of individuals are of dispersion by means of anemochory, 2.5% of species and 0.5% of individuals are of dispersion by means of autochory, while 75% of species and 44.5% of individuals are of dispersion by means of zoochory. In SF II, 28.1% of species and 29.8% of individuals are of dispersion via anemochory, 1.8% of species and 1.3% of individuals are of dispersion by means of autochory and 70.2% of species and 68.8% of individuals are of dispersion via zoochory (Fig. 8).

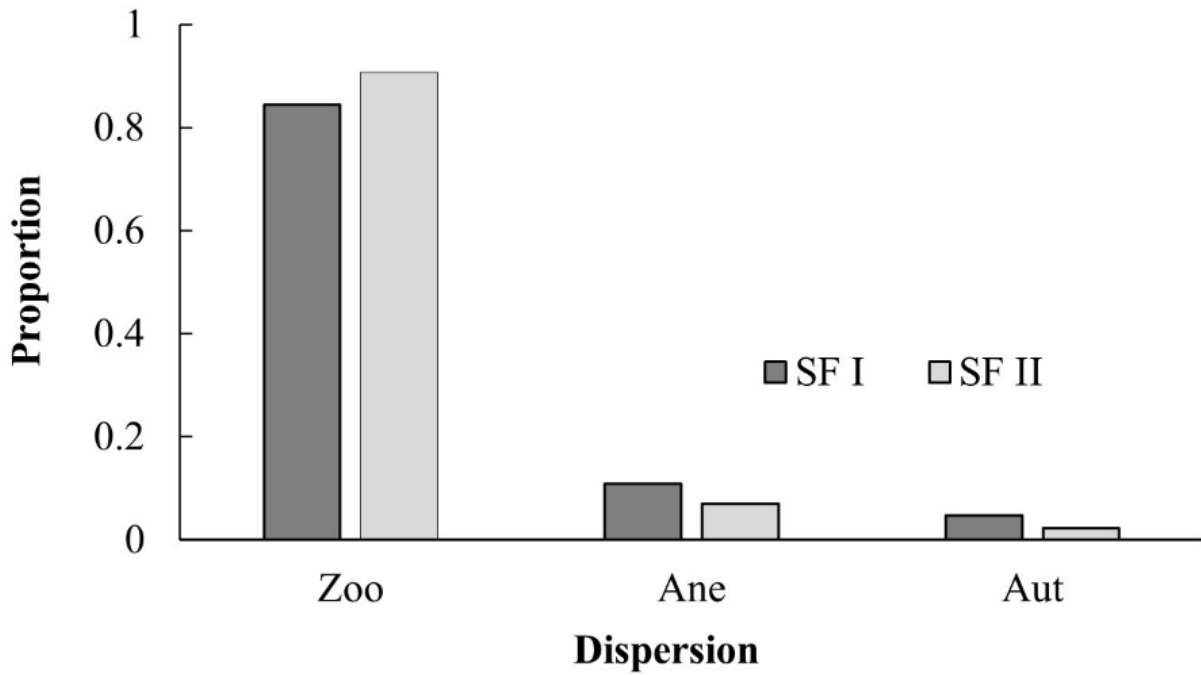


Figure 8. Frequency distribution of dispersal types for individuals in two areas of secondary forest near stingless-bee hives in Belterra, Pará, Brazil. Zoo (zoochory), Ane (anemochory), Aut (autochoric).

The vegetation of the two study areas presented a higher proportion of individuals of species that employ zoochory (Fig. 8). In the comparison between the frequency distributions of dispersal syndromes for species, 84% of the species in SF I employ zoochory; while, in SF II, the proportion is 91% (Fig. 9). The comparison shows that there was no statistically significant difference between the frequency distributions of dispersal syndromes for the species of the two areas.

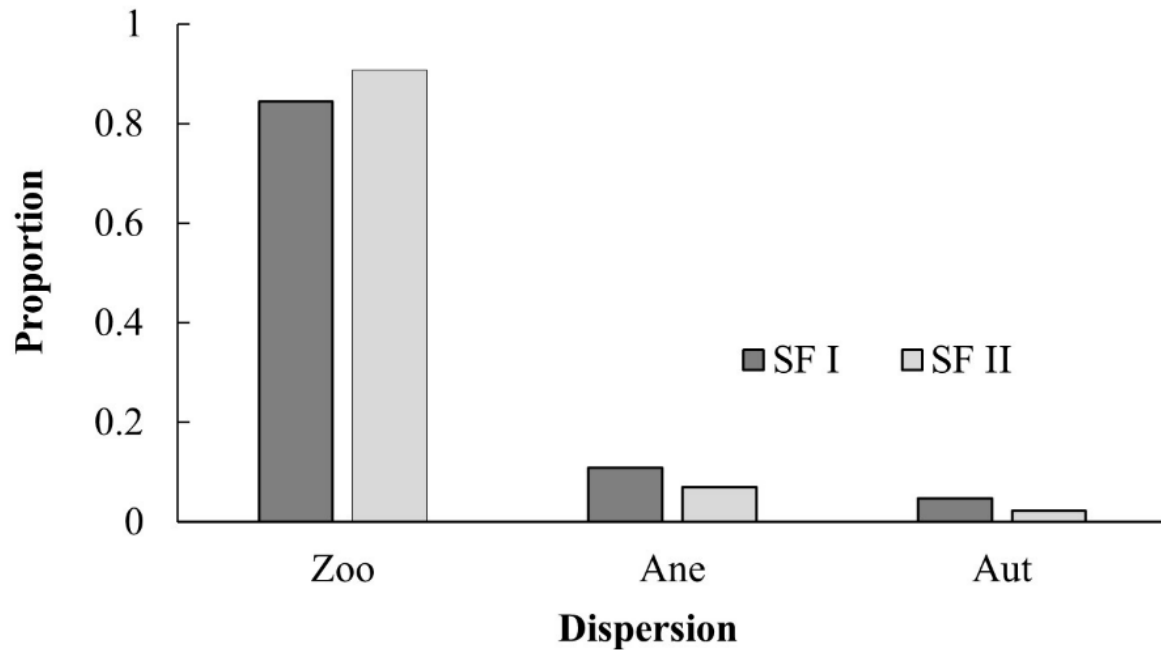


Figure 9. Frequency distribution of dispersal types for species in two areas of secondary forest near stingless-bee hives in Belterra, Pará, Brazil. Zoo (zoochory), Ane (anemochory), Aut (autochoric).

Mellitophilous flora

The survey carried out in secondary forests revealed that there is a diversity of tree, shrub and herbaceous species with potential for meliponiculture, which can be used by family farmers in the Belterra region. Melittophilous flora considered beekeeping or meliponiculture are composed of plant species that attract bees to collect floral resources such as pollen, nectar and oil, which are the basis of nutrition for these insects in all their stages of development. Of the 66 species in SF I and of the 43 species in SF II, 72.7% (n=48 spp.) and 79.1% (n=34), respectively, are considered melliferous (Fig. 10).

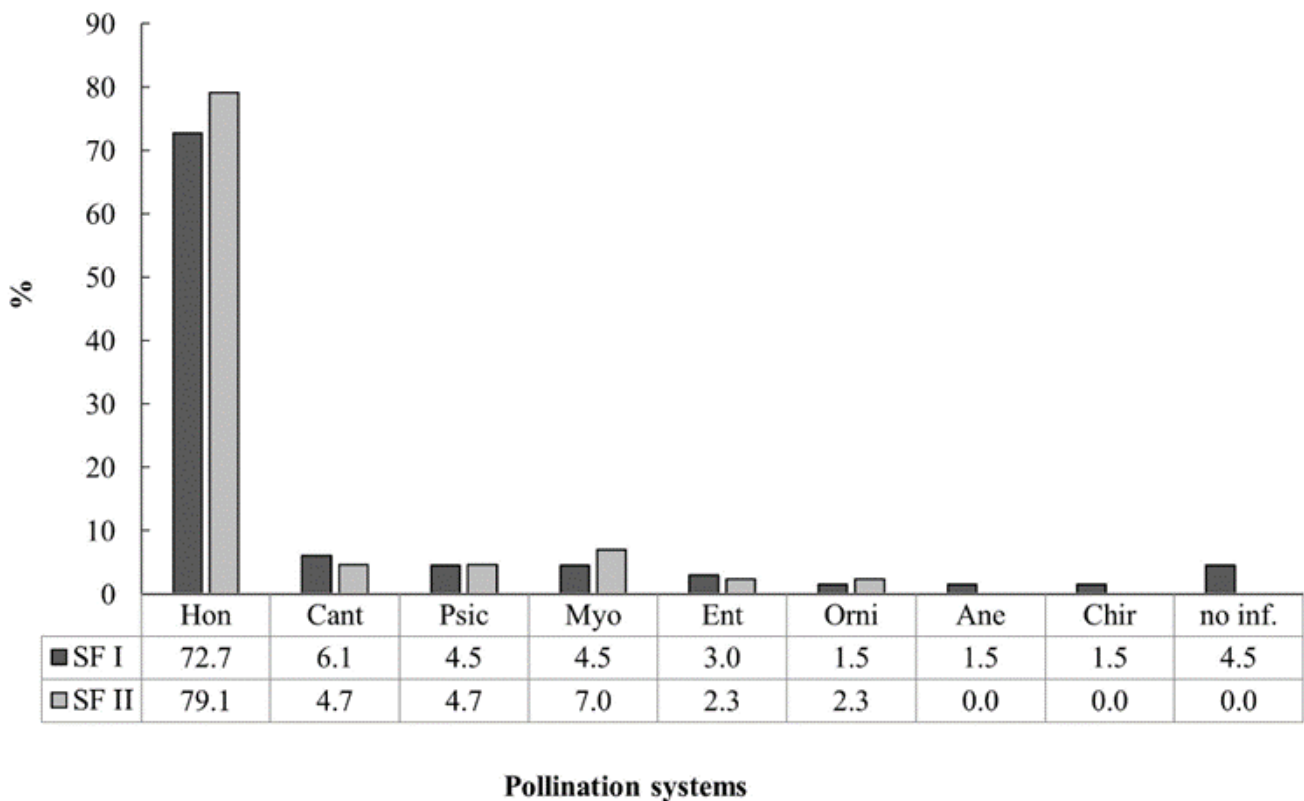


Figure 10. Pollination systems preponderant in the species observed in two areas of secondary forest near the hives of stingless bees in Belterra, Pará, Brazil. Ane: anemophilous, Cant: cantharophilous, Ent: Entomophilous, Hon: mellitophilous, Myo: myophilous, Orni: ornithophilous, Psic: psicophilous, Chir: chiropterophilous and no inf: no information.

Discussion

The results of this study fit within the proposal of Salomão *et al.* (2012) for a classification system of successional stages of secondary forests for the state of Pará (initial, intermediate and advanced). This suggests that they may have arisen from the abandonment of agricultural areas or abandoned pastures. There is presence of pioneer trees of few species of the genera *Vismia* Vand., *Cecropia* Loefl. and *Solanum* L., thus characterizing the initial stage of succession. In addition, there is a mixture of medium-sized species, which are characterized as shrub-tree, with a predominance of pioneer tree species, such as *Tapirira guianensis* and species of the genera *Vismia* Vand., *Inga* Mill. and *Cecropia* Loefl. and trees with an average height greater than 10 m and an average DBH greater than 11 cm (Vieira *et al.* 2003; 2007).

Attributes of the horizontal structure

Larger basal area in more advanced successional stages is common in forest environments, while density does not always follow this trend. The lower density of SF II compared to SF I is the result of a vertically stratified environment, in which larger trees compete with smaller ones and inhibit their development. Thus, it must be emphasized that SF I presented a higher density due to being in a more initial successional stage when compared to SF II, in which species and individuals compete more equitably with each other for the existing resources.

According to Alves & Metzger (2006), secondary forest formations generally have a lower density of larger trees and a significant reduction in canopy cover. This can enable greater entry of light and faster growth of plants of the regeneration that, in general, belong to pioneer species. Pioneer species are characterized by their higher relative growth rate (Puig 2008). The most important species in the structure of SF I and SF II are predominantly early pioneer and secondary species, which are common in areas at an early stage of secondary succession.

The species *Fusaea longifolia* composes the natural vegetation of hygrophilous forest and normally inhabits sub-forests in lands that are not periodically flooded (Rios & Pastore Junior 2011). In SF I, the dominance of the genus *Vismia* Vand. (Hypericaceae) was observed, which often dominates the “capoeiras” in the region of Manaus, Brazil (Mesquita *et al.* 2001; Mônico *et al.* 2003). The species *Hancornia speciosa* (mangaba rubber tree), of the family Apocynaceae, which is a native forest species, is normally located in fragmented areas, due to the reduction in areas of its natural occurrence either due to forest fragmentation, real estate expansion, tourism and/or an increase in cultivated areas. Fertilization success and fruit production are dependent on floral visitors such as bees and moths (Darrault & Schlindwein 2006; Reis *et al.* 2009). The species *Trichilia pallida*, family Meliaceae, is a late secondary or climax plant, semideciduous, heliophilous, selective hygrophytic, and characteristic of gallery thickets and humid forests. It is found throughout the southeastern and midwestern regions of Brazil, as well as in Paraná, Bahia, Acre, Pará, Roraima and Rondônia. It has a wide dispersion, but is

discontinuous and sparse throughout its distribution area, with a low frequency (Lorenzi 2010). Species of the genus *Vismia* Vand. (Hypericaceae) are often pioneers in the successional processes of secondary forests, and dominate extensive areas (Martins *et al.* 2018). Carvalho *et al.* (2001) studied the ecological and socioeconomic importance of *Tapirira guianensis* in a secondary forest in the municipality of Belterra in the Brazilian Amazon and identified the species as being arboreal, pioneer and very abundant in the secondary forests (capoeiras) of the Amazon.

Regarding the trend of the diametric distribution, the “inverted J” shape is observed, as is expected in secondary forests that presented a greater number of representatives in the smaller diameter classes and fewer individuals in the larger diameter classes (Figure 3). Regarding the trend of the diameter distribution, the “inverted J” shape of the histograms is observed, as is expected in secondary forests, and SF I and SF II presented a greater number of representatives in the smaller diameter classes and fewer individuals in the larger diameter classes (Fig. 3).

Due to the potential replacement of senescent individuals by young individuals, it is possible to infer that the forest community is developing towards more advanced successional stages (Lopes *et al.* 2002), and shows potential for self-regeneration (Callegaro *et al.* 2015). However, it is important that forest management measures are carried out in the area in order to ensure the maintenance of the ecosystem, since forest fragments are subject to species loss due to factors that are inherent to the isolation of populations and the influences of anthropogenic activities (Vieira *et al.* 2003; 2007; Salomão *et al.* 2012; Lennox *et al.* 2018; Silva Junior *et al.* 2020; Pinheiro *et al.* 2021).

Attribute diversity

Although the average curve of species accumulation has not stabilized, it can be considered that the sampling was significant, since it covered a large part of the species expected for the area. In addition, for tropical forests, it is practically impossible to achieve the stability of the mean species accumulation curve by sampling. This is because the asymptote of the species

accumulation curve is only reached if the spatial distribution of the species is random, which does not happen in natural forests, in which aggregation is an intrinsic characteristic (Schilling *et al.* 2012).

The values of the Shannon-Wiener index found in our study were similar to those found in Gama *et al.* (2002), ($H' = 3,05$) who studied the floristic composition and structure of the natural regeneration of a lowland secondary forest in the Amazon estuary. The values found by Pينهiro (2021), who studied the floristic and structural analysis of a secondary forest in two successional phases in the municipality of Capitão Poço in northeastern Pará, ranged from 0.914 to 0.910.

According to Uhl and Murphy (1981), equability is directly proportional to diversity and, therefore, presents high or low values according to the diversity found in the area. These same authors cite that all species contribute a different number of individuals in the community and that the values found may indicate greater dominance of one or more species. The diversity index reveals aspects of a community's structure and can show general patterns when comparing communities that differ in species composition (Bulla 1994). A low value in the diversity index indicates that one or a few species are highly abundant, and a high value indicates that many species are equally abundant in the community (Wilson *et al.* 1996). However, as the age of the forests increases, vertical stratification becomes more evident, which increases the structural complexity and floristic heterogeneity of the community (Liebsch *et al.* 2008) and, consequently, implies an increase in species diversity (Puig 2008).

The cluster analysis of the floristic similarity of the two areas showed the division into three groupings; the first being formed by most of the plots of SF II, while the second was formed by the plots of SF I, the third was formed by plots of SF II with plots of SF I. Thus, it is noticed that the closer plots are more related to each other than the distant ones, and present a higher value of floristic similarity than the more distant plots (Fig. 6).

Functional attributes

Secondary forest formations generally have a lower density of larger trees and a significant reduction in canopy cover. This can enable greater entry of light and faster growth of plants of the regeneration that, in general, belong to pioneer species. Pioneer species are characterized by a greater relative growth rate (Alves & Metzger 2006).

Rayol *et al.* (2006 b) studied the dynamics of the natural regeneration of a secondary forest in Bragança in the state of Pará, and observed that the pioneers were dominant. In a secondary forest in Capitão Poço, in the state of Pará, Rayol *et al.* (2006 a) noted that the group of pioneers was also significantly superior to the climax species. According to the authors, this fact was due to the forest still being in primary phase of succession and, consequently, the canopy still allowed the entry of light. Similar results were found by Muniz *et al.* (2007) in a secondary forest in the municipality of Bragança, Pará, in which the presence of fast-growing pioneer species belonging to early stages of succession were superior to the tolerant species.

According to Santana (2000), secondary vegetation is usually composed of pioneer individuals, that are little tolerant to shading and that are adapted to conditions of low fertility or are not very demanding in regards to nutrients. These extremely aggressive plants in terms of occupying physical space allow the formation of a less hostile space that is suitable for smaller species that need conditions of better shade in order to establish and reproduce. With the continuation of this cycle, depending on the quality of the soil's seed bank and/or dispersal capacity, among other factors, the forest may again exhibit a structure that is similar to the previous one.

The highest proportion of individuals with zoochoric dispersion was also found by Rodrigues *et al.* (2012) who studied secondary forests in Tomé-açu, Pará, Brazil. The large number of species with zoochoric dispersion indicates that dispersing animal species are present in SF I and SF II. According to Oliveira *et al.* (2011) the high relative frequency of zoochory is an

indication that the diversity of animal species and possibly their interaction with plants is being maintained, which is fundamental for the maintenance of these ecosystems.

Silva Júnior *et al.* (2020) considered the analysis of species dispersion types by vegetation type in a conservation unit in the Amazon and showed that, in the three forests studied – secondary forest (SF), flooded forest (FF) and terra firme forest (TFF), there was a predominance of zoochory followed by autochory (Fig. 4). In a fragment of secondary forest in Campinas, São Paulo, Kinoshita *et al.* (2006) found 63% of species to be zoochoric; Ferreira *et al.* (2010), in an evaluation of natural regeneration in an area under restoration, under the domain of Semideciduous Seasonal Forest, also found the predominance of zoochoric species (62.5%), and Leyser *et al.* (2012), in a study in the Alto Uruguay region, found 72% of species to be zoochoric in the regenerating stratum of Semideciduous Seasonal Forest. The predominance of zoochoric dispersion among forest formation species, followed by anemochoric species and finally autochoric species, has been demonstrated in studies by Melo & Durigan (2007), Daronco *et al.* (2013), Liebsch *et al.* (2008) and Kinoshita *et al.* (2006), and this hierarchical scale was observed in both areas of our study.

A study by Lennox *et al.* (2018), which was carried out in two regions of Pará, in the municipalities of Santarém, in the western region of the state, and Paragominas, in north-eastern Pará, measured carbon and researched more than 1,600 species of plants, birds and beetles in 59 secondary forests under natural regeneration and 30 primary undisturbed forests, identified that the analyzed areas correspond to young “capoeiras” (up to ten years), intermediate “capoeiras” (from 11 to 20 years) and old “capoeiras” (from 20 years).

Mellitophilous flora

The survey carried out in the secondary forests revealed that there is a diversity of tree, shrub and herbaceous species with potential for meliponiculture, and these can be used by the family farmers of the Belterra region. Mellitophilous floras, considered suitable for apiculture or meliponiculture, are composed of plant species that attract bees to collect floral resources such as

pollen, nectar and oil, these being the basis of the nutrition of these insects in all their stages of development (Almeida *et al.* 2003).

Oliveira *et al.* (2009), in their study of the pollen resources collected by stingless bees in a fragment of urban secondary forest in Manaus, identified 90 pollen types distributed in 32 families, 67 genera, 81 species and nine indeterminate types. The type of habit of plants for pollen collection by bees included trees (68%), herbs (10.9%), shrubs (9.5%), palms (9.5%) and lianas (1.3%). Some sources were potential suppliers of pollen to bees and most were occasional and/or complementary sources. Also in the study by Oliveira *et al.* (2009), the most visited plant families in terms of the number of pollen types were Fabaceae (25%), Myrtaceae (8%) and Arecaceae (8%) and in terms of monthly frequency were Fabaceae (21.23%), Melastomataceae (14.28%), Myrtaceae (11.86%), Anacardiaceae (6.45%), Arecaceae (6.23%), Malpighiaceae (6.11%) and Burseraceae (6.1%). The ten most important pollen types totaled 62.2% of the pollen frequency collected for the bee species, in which the main ones were *Miconia myriantha* Benth. (Melastomataceae), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae), *Tapirira guianensis*, *Eugenia stipitata* McVaugh (Myrtaceae), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae) and *Vismia guianensis*. These are botanical species with potential as sources of trophic resources for stingless bees in areas of urban secondary forest.

The species *Tapirira guianensis* is an arboreal, dioecious species that is abundant in the secondary forests of the eastern Amazon and has been indicated as a potential resource for bees since it has a high supply of flowers (Oliveira *et al.* 2009). This species was presented as primarily mellitophilous, with resources available to attract a great diversity of small and generalist visitors, which may contribute to pollination (Fernandes *et al.* 2012). The great abundance and diversity of floral visitors to *Tapirira guianensis* flowers occurs due to the high potential of this species, which offers pollen and nectar in volume and concentration of solutes that attract small insects. Families, such as Anarcadiaceae, Fabaceae, Oxalidaceae, Rutaceae and Sapotaceae, provide nectar and pollen in abundance (Costa *et al.* 2014).

In most species of Anacardiaceae, the floral reward offered to visitors, is nectar. In these species, the flowers have rimose anthers and their pollen is fully exposed, which favors opportunistic collections. Pollen grains of *Tapirira guianensis* were found in honey samples of *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), in a secondary forest area in Igarapé-Açu (Pará), and showed values that indicated it to be the dominant pollen in the months of high rainfall, a fact that makes it an important food source for colony maintenance (Oliveira *et al.* 1998). In two municipalities in the state of Pará, Carreira *et al.* (1986) observed that this species occurred in honey with pollen frequency of over 90%, a fact that indicates that it is monofloral honey.

Tapirira guianensis is a tree that reaches a large size in the secondary forest and can be successfully used in heterogeneous reforestation of degraded areas. Due to its characteristics, this species can be used by bee keepers in the formation and/or management of beekeeping pasture. Other important families in the contribution of pollen to bees are Burseraceae (with the species *Protium heptaphyllum*), Hypericaceae (*Vismia guianensis*), Salicaceae (*Casearia grandiflora* Cambess.) and Bixaceae (*Bixa orellana* L.).

Pollen grains from *Vismia* were found in pollen samples of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* Cockerell, 1919, in Manaus (Amazonas) by Absy & Kerr (1977) and Santos (1991). *Vismia* genera, popularly known in the region as “lacre”, have been considered indicators of altered areas, and are abundant in “capoeiras” and small, natural clearings in the forest (Oliveira *et al.*, 1998; Ribeiro *et al.* 1999). Absy & Kerr (1977) cite that the workers of *Melipona seminigra merrillae* extract a red latex from its fruit, which is transported in the corbiculas of bees and that, when mixed with the seeds, is used to caulk the joints and cracks of the hives.

The resources to be used by bees depend on their availability in the collection area. In gardens and in small forests, where the floristic richness is lower, bees have a smaller pollen niche. However, in the same area, different bee species have variable niche extensions, which suggests that their preferences for a particular type of pollen may determine the extent of the pollen niche.

Conclusion

Secondary forests show high diversity in terms of plant species. Since a great diversity of species and botanical families with potential for beekeeping was observed, this study proposes the conservation of tree and shrub species for pollination and the conservation of bees, thus ensuring their food and honey production.

Although anthropized, the secondary forests contain a flora that is rich in mellitophilous plants that can contribute to the development of meliponiculture and, consequently, to the maintenance of floristic diversity via the services of pollination. We thus suggest the valorization of urban secondary forests for the keeping and rational management of native stingless bees.

Acknowledgments

We would like to thank the Federal University of West Pará (UFOPA) for providing equipment and technical support for experiments at the Laboratory of Botany and Palynology. This work was funded through a research grant from the National Council for Scientific and Technological Development – CNPq (140195/2020-3).

References

- Absy ML, Kerr WE. 1977. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae* em Manaus. *Acta Amazonica* 7: 309-315.
- Absy ML, Rech AR, Ferreira MG. 2018. Pollen Collected by Stingless Bees: A Contribution to Understanding Amazonian Biodiversity. In: Vit P, Pedro SRM, Roubik D, editors. *Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology*. 1st ed. Berlin (GER): Springer International Publishing. pag. 29–46.
- Aleixo KP, Faria LB, Groppo M, Castro MMN, Silva CI. 2014. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance of pollinators, especially bees. *Urban Forestry & Urban Greening* 13:689-696. doi.org/10.1016/j.ufug.2014.08.002
- Almeida, DD, Marchini LC, Sodré GS, D’ávila M, Arruda CMF. 2003. Plantas visitadas por abelhas e polinização. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação. 40 p. (Série Produtor Rural, Edição Especial).
- Alves, LF, Metzger J.P. 2006. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica* 2:1-26. doi.org/10.1590/S1676-06032006000200005

- Andrade DF, Gama JRV, Melo LO, Ruschel AR. 2015. Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. *Biota Amazônia*, Macapá 5:109-115.
- APG IV - Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20.
- Barth, OM. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. *Scientia Agrícola* 61: 342-350. doi.org/10.1590/S0103-90162004000300018
- Brazil Flora Group. 2021. Brazilian Flora 2020 project - Projeto Flora do Brasil 2020. v393.274. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Dataset/Checklist. doi:10.15468/1mtkaw
- Bulla L. 1994. An index of evenness and its associated diversity measure. *Oikos* 70: 167-171. doi.org/10.2307/3545713
- Callegaro RM, Longhi SJ, Andrzejewski C, Araujo MM. 2015. Regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes comunidades de um remanescente de floresta ombrófila mista. *Ciência Rural* 45: 1795-1801. doi.org/10.1590/0103-8478cr20131098
- Carreira LM, Jardim MAG, Moura CO, Pontes MO, Marques RV. 1986. Análise polínica nos méis de alguns municípios do Estado do Pará - 1. In.: Anais do 1 Simpósio Internacional do Trópico Úmido, Belém (PA). p.79-84.
- Carvalho EB, Nodari ES. 2007. A Percepção na Transformação da Paisagem: Os Agricultores no Desflorestamento de Engenheiro Beltrão – Paraná, 1948-1970. *História (São Paulo)* 26: 269-287. doi.org/10.1590/S0101-90742007000200014
- Carvalho JOP, Costa DHM. 2001. Importância ecológica e socioeconômica de *Tapirira guianensis* Aubl. em uma floresta secundária no município de Belterra na Amazônia brasileira. In: Congresso de Ecologia do Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Ecologia, Botânica e Zoologia.
- Chazdon RL, Broadbent ER, Rozendal DMA *et al.* 2016. Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Science Advances* 2: 1-10. doi: 10.1126/sciadv.1501639
- Colwell RK. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2
- Costa CC, Gurgel ESC, Gomes JI *et al.* 2014. Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: Tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl. – Anacardiaceae). Embrapa Amazônia Oriental- Comunicado Técnico (INFOTECA-E). 6p.

- Costanza R., Groot R, Braatet L *et al.* 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosyst Serv* 28:1–16. doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008
- Daronco C, Melo, ACG, Durigan G. 2013. Ecosistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. *Hoehnea*, São Paulo 40: 485-498. doi.org/10.1590/S2236-89062013000300008
- Darrault RO, Schlindwein C. 2005. Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects with long mouth parts. *Biotropica* 37: 381-388. dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00050.x
- Elias, MAS, Borges FJA, Bergamini LL, Edivani VF, Sujii ER. 2017. Climate change threatens pollination services in tomato crops in Brazil. *Agric Ecosyst Environ* 239: 257–264. doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.026
- Fægri K, Van Der Pijl L. 1979. Principles of pollination ecology. 3 ed. London, Pergamon Press.
- FAO. 2010. An international consultation on integrated croplivestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification. *Integrated Crop Management* 13: 1-64.
- Fernandes MM, Venturieri GC, Jardim MAG. 2012. Biologia, visitantes florais e potencial melífero de *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) na Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 55: 167-175. dx.doi.org:h10x4322:ocax2012x058
- Ferreira, MG, Absy ML, Rezende ACC. 2021. Pollen collected and trophic interactions between stingless bees of the genera, and (Apidae: Meliponini) raised in Central Amazon. *Journal of Apicultural Research* 60: 1-13. doi.org/10.1080/00218839.2021.1898837
- Ferreira WC, Botelho SA, Davide AC, Faria JMR, Ferreira DF *et al.* 2010. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. *Revista Arbóreo* 34: 651-660. doi.org/10.1590/S0100-67622010000400009
- Fonseca RCB, Rodrigues RR. 2000. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. *Scientia Forestalis* 57: 27-43.
- Freitas WK, Magalhães LMS. 2012. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. *Floresta e Ambiente, Seropédica* 19: 20-539. dx.doi.org/10.4322/loram.2012.054
- Furtado-Neto AT, Moura, JMS, Silva R, Oliveira-Junior RC, Gatti LV, Röckmann T. 2019. Produção e Fluxo de Metano na Floresta Nacional do Tapajós. *Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos* 34: 585-596. doi: doi.org/10.1590/0102-7786344071
- Gama JRV, Botelho SA, Bentes-Gama MM. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. *Revista Arbóreo* 26: 559-566. doi.org/10.1590/S0100-67622002000500005

- Gandolfi S, Filho HFL, BEZERRA CLF. 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55: 753-767.
- Giannini TC, Costa WF, Cordeiro GD, Imperatriz- Fonseca VL *et al.* 2017. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *Plos One* 12: 1-13 doi.org/10.1371/journal.pone.0182274
- Hammer, Ø, Harper, DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.
- IPNI. 2023. International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium.
- Kinoshita LS, Torres RB, Forni-Martins ER, Spinelli T, Ahn YJ, Constâncio SS. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 20: 313-327. doi.org/10.1590/S0102-33062006000200007
- Lennox G.D, Gardner TB, Thomson JR *et al.* 2018. Second rate or a second chance? Assessing biomass and biodiversity recovery in regenerating Amazonian forests. *Global Change Biology* 1: 01-15. doi.org/10.1111/gcb.14443
- Leyser G, Zanin, EM Budke JC, Mélo MA, Henke- Oliveira C. 2012. Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai. Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 26: 74-83. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100009>
- Liebsch D, Marques MCM, Goldenberg R. 2008. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance. Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation*. 2008. Essex 141: 1717-1725. doi:10.1016/j.biocon.2008.04.013
- Lopes WP, Silva AF, Souza AL, Neto JAAM. 2002. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce-Minas Gerais, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 16: 443-456. doi.org/10.1590/S0102-33062002000400007
- Lorenzi, H. 2010. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. São Paulo: Nova Odessa, v. 3, 2010. 384p.
- Luz, CFP, Esteves LM, Correa AMS, Cruz-Barros MAV. 2014. A Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Centro de Pesquisa em Plantas Vasculares, Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil. *Boletín de La Asociación Latino americana de Paleobotánica y Palinología* 14: 155-161.
- Martins MV, Shimizu GH, Bittrich V. 2018. Flora da Reserva Ducke, Estado do Amazonas, Brasil: Hypericaceae. *Hoehnea* 45: 361-371. doi.org/10.1590/2236-8906-13/2018

- Melo ACG, Durigan G. 2007. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. *Scientia Forestalis* 7: 101–111.
- Mesquita RCG, Ickes K, Ganade G, Williamson GB. 2001. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 89:528–537
- Mônaco LM, Mesquita RCG, Williamson GB. 2003. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. *Acta Amazonica* 33:41–52. doi.org/10.1590/1809-4392200331052
- Mori AS, Silva LAM, Lisboa G, Coradin L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. 2ª Edição. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau.
- Moro MF, Martins FR. 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso*. Viçosa: Editora UFV, cap. 6. 212p.
- Muniz ALV, Silva MFF, Araújo ÉLS, Alvino FO. 2007. Dinâmica do Estrato Arbóreo de Florestas Secundárias no Nordeste do Pará (Bragança). *Revista Brasileira de Biociências* 5: 603-605.
- Oliveira FPM, Absy ML, Miranda IS. 2009. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. *Acta Amazonica* 39: 505 -518.
- Oliveira FPM, Carreira LMM, Jardim MAG. 1998. Caracterização polínica do mel de *Apis mellifera* L. em área de floresta secundária no município de Igarapé-Açu -Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ser Bot.*, 14:157-176.
- Oliveira LSB, Maragon LC, Feliciano ALP, De Lima AS, Cardoso MO, Da Silva VF. 2011. Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6: 502-507.
- Ollerton J, Winfree R, Tarrant S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326. doi: 10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x
- Pierre PMO, Schimidt AC, Konkol AB, Kormann R, Pastore JFB. 2018. Palinoteca de referência CTBS Pollen Database: documentando e disseminando o conhecimento sobre a diversidade polínica. *Unisanta BioScience* 7: 250-257.
- Pinheiro KAO, Silva MFF, Carneiro FS *et al.* 2021. Análise florística e estrutural de uma floresta secundária em duas fases sucessionais no Município de Capitão Poço no Nordeste Paraense. *Research, Society and Development* 10: 1-11. 8.dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16894
- Pires AP, Silva SMPC, Pacheco A *et al.* 2020. Physicochemical profile of honeys from different species of stingless bees from western Pará, Brazilian Amazonia. *Brazilian Journal of Development Braz. J. of Develop.* 6:59251-59268. doi.org/10.34117/bjdv6n8-370
- Puig H. 2008. A floresta tropical úmida. São Paulo: Editora UNESP Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; França: Institut de Recherche pour le Développement.

- Rayol BP, Silva, MFF, Alvino FO. 2006a. Dinâmica da regeneração natural de florestas secundárias no município de Capitão Poço, Pará, Brasil. *Amazônia Ciência e Desenvolvimento* 3: 93- 110.
- Rayol BP, Silva MFF, Alvino FO. 2006b. Dinâmica da diversidade florística da regeneração natural de Florestas Secundárias no município de Bragança, Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 1: 9-27.
- RCPol- Rede de catálogos polínicos online. 2021. *Palinoecologia*. <http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-br:acmella%20uliginosa>. 28 Apr 2022.
- Reis CAF, Souza AM, Mendonça EG, Gonçalves FR, Guimarães RM, Carvalho MD. 2009. Diversidade e estrutura genética espacial de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae) em uma floresta paludosa. *Revista Arbóreo* 33: 265-275, 2009. doi.org/10.1590/S0100-67622009000200008
- Ribeiro SLE, Hopkins MJG, Vicentini A *et al.* 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central / José Eduardo L. da S. Ribeiro. Manaus: INPA, 1999.
- Rios MNDS, Pastore Junior F. 2011. Plantas da Amazônia: 450 Espécies de Uso Geral; Universidade de Brasília: Brasilia, Brazil.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG. 2021. Pollen niche of *Melipona dubia*, *Melipona seminigra* and *Scaptotrigona* sp. (Apidae: Meliponini) kept in indigenous communities of the Sateré Mawé Tribe, Amazonas, Brazil. *Journal of Apicultural Research*. 60: 1-17. doi:10.1080/00218839.2020.1861755
- Rodrigues ST, Schwartz G, Almeida SS. 2012. Diversidade, síndromes de dispersão e formas de vida vegetal em diferentes estágios sucessionais de florestas secundárias em Tomé-Açu, Pará, Brasil. *Amazônia Ci. & Desenv* 7: 21-31.
- Roubik, DW. 2018. The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners. 2nd edn. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Vol. 2. Rome, Italy. 241 pp. <http://www.fao.org/3/i9184en/I9184EN>
- Salomão RP, Vieira ICG, Brienza-Júnior S, Amara DD, Santana AC. 2012. Sistema Capoeira Classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de florestas secundárias para o estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 7: 297-317.
- Santana JAS. 2000. Composição florística de uma vegetação secundária no nordeste paraense. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 27p.
- Schilling AC, JLF Batista, Couto HZ. 2012. Ausência de estabilização da curva de acumulação de espécies em florestas tropicais. *Ciência Florestal* 22: 101-111. doi.org/10.5902/198050985083
- Shepherd, G. J. Fitopac 2.1. 2009. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Botânica.

- Silva Junior CHL, Heinrich VHA, Freire ATG *et al.* 2020. *et al.* Benchmark maps of 33 years of secondary forest age for Brazil. *Scientific Data* 7: 1-9. doi.org/10.1038/s41597-020-00600-4
- Silva Júnior OS, Pires PVB, Maia LJR, Dias ACA, Cerqueira *et al.* 2020. Síndromes de dispersão e polinização em uma Unidade de Conservação na Amazônia. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental* 9: 765-782. doi.org/10.19177/rgsa.v9e22020765-782.
- Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR, Novais JS. 2021. Palynoflora exploited by *Friseomelitta longipes* (Smith, 1854) (Apinae: Meliponini) in protected areas from the Brazilian Amazon basin. *Journal of Apicultural Research*. 60:1-16. doi.org/10.1080/00218839.2021.1889824
- Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR, Novais JS. 2020. Resources collected by two *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) species based on pollen spectrum of honeys from the Amazon basin. *Sociobiology*. 67:268-280. doi.org/10.13102/sociobiology.v67i2.4617
- Van Der Pijl L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3rd ed. Springer-Verlag, Berlin
- Vieira ICG, Proctor J. 2007. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology* 192:303-315. doi 10.1007/s11258-007-9327-4
- Vieira ICG, Almeida AS, Davidson EA, Stone TA, Carvalho CJR, Guerrero JB, 2003. Classifying successional forests using landsat spectral properties and ecological characteristics in Eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment* 87: 470-481. doi.org/10.1016/j.rse.2002.09.002]
- Vieira ICG, Gardner TA. 2012. Florestas Secundárias tropicais: ecologia e importância em paisagens antrópicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 7: 191-194.
- Wilson JB, Wells TCE, Trueman IC *et al.* 1996. Are there assembly rules for plant species abundance? An investigation in relation to soil resources and successional trends. *Journal of Ecology* 84: 527-538. doi.org/10.2307/2261475
- Wolowski M, Agostini K, Rech A *et al.* 2019. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. São Carlos, SP: Editora Cubo.

Artigo submetido a revista *Acta Amazonica*

Este Artigo segue as normas da revista *Acta Amazonica*

Artigo Original

Composição florística e sistemas de polinização biótica em áreas verdes urbanas na Amazônia Oriental

Rogério Ribeiro de Souza^{1*} 0000-0001-9116-3400 Chieno Suetmisu² 0000-0002-6079-5162 Marcos Gonçalves Ferreira³ 0000-0002-7108-792X Ima Célia Guimarães Vieira⁴ 0000-0003-1233-318X

1 Universidade Federal Rural da Amazônia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Botânica Tropical, 66077-830, Terra Firme, Belém, PA, Brazil

2 Universidade Federal do Oeste do Pará, 68040-070, Caranazal, Santarém, Pará, Brazil

3 Universidade Federal Do Acre, 69920-900, Distrito Industrial, Rio Branco, Acre, Brazil

4 Museu Paraense Emílio Goeldi 66077-830, Terra Firme, Belém, Pará, Brazil

*Corresponding author: rsouzabio@gmail.com

RESUMO

Este estudo teve por objetivo conhecer a composição florística de diferentes ambientes urbanos (rua, quintal e floresta secundária) e caracterizar os sistemas de polinização preponderantes na estratificação vertical em áreas verdes urbanas de Belterra, PA. Os ambientes em conjunto apresentaram 235 espécies distribuídas em 175 gêneros, pertencentes a 55 famílias botânicas. As análises mostraram diferença significativa ($p < 0,01$) entre os ambientes e o tipo de estratificação (arbóreo, arbustivo, herbáceo e liana), estando o estrato arbóreo mais bem representado em todos os ambientes. No geral o índice de diversidade de Shannon-Wiener variou entre ($H = 4,88$) para o ambiente rua a ($H' = 4,22$) para o ambiente quintal. A similaridade florística mostrou que houve diferença significativa na composição de espécies entre os ambientes ($p = 0.01$). O ambiente urbano rua e o estrato arbóreo apresentaram a maior riqueza florística. Já o sistema de polinização biótico por abelhas foi o mais comum nos diferentes ambiente e estratos, correspondendo ao menos 80% das espécies de plantas nos três ambientes. Assim, os resultados podem contribuir para reduzir a lacuna de conhecimento sobre as interações entre abelhas e plantas, especialmente em plantas de hábito arbóreo no bioma amazônico.

Palavras-chave: Ambientes urbanos; flora urbana; Estratificação vertical; Melitofilia

ABSTRACT

This study aimed to know the floristic composition of different urban environments (street, backyard and secondary forest) and to characterize the preponderant pollination systems in the vertical stratification in urban green areas of Belterra, PA. The environments together presented 235 species distributed in 175 genera, belonging to 55 botanical families. The analyzes showed a significant difference ($P= 0.01$) between the environments and the type of stratification (tree, shrub, herbaceous and liana), with the arboreal stratum being better represented in all environments. In general, the Shannon-Wiener diversity index ranged from ($H = 4.88$) for the street environment to ($H' = 4.22$) for the backyard environment. Floristic similarity showed that there was a significant difference in species richness between environments ($p = 0.01$). The street urban environment and the arboreal stratum showed the greatest floristic richness. The biotic pollination system by bees was the most common in the different environments and strata, corresponding to at least 80% of the plant species in the three environments. Thus, the results can contribute to reducing the knowledge gap about the interactions between bees and plants, especially in arboreal plants in the Amazon biome, and subsidize decision-making for the conservation of bees.

Keywords: Urban environments; Urban flora; Vertical stratification; Melitophilia

INTRODUÇÃO

Nos ambientes urbanos da Amazônia, onde a perda das características da vegetação é notável, as áreas verdes são as principais responsáveis pela prestação de serviços ecossistêmicos. Essas áreas vêm sofrendo alterações que resultam em fragmentações florestais em porções de vegetação progressivamente menores, isoladas por áreas ocupadas pelo desenvolvimento agrícola, industrial e urbano (Elias *et al.* 2018).

As áreas verdes urbanas podem ser conceituadas como áreas livres da cidade, com características predominantemente naturais, sem levar em conta o porte da vegetação. São áreas onde

predomina a permeabilidade, podendo haver vegetação predominantemente rasteira ou uma vasta cobertura arbórea (Lisboa *et al.* 2019).

A maioria das cidades amazônicas possui pouca área verde urbana (Ferreira *et al.* 2012). Deste modo, gestores públicos e moradores têm destacado o papel das florestas secundárias urbanas para as cidades (Santana *et al.* 2015). Os espaços verdes urbanos têm sido cada vez mais reconhecidos como um dos elementos cruciais no planejamento urbano sustentável em todo o mundo, podendo fornecer importantes serviços ecossistêmicos (Santana *et al.* 2015, Pereira *et al.* 2018).

Como um serviço ecossistêmico básico, destaca-se a polinização, um fenômeno natural importante não somente para a reprodução das plantas, mas também, para a produção de alimentos e a manutenção da rede de interações entre animais e plantas (Ollerton *et al.* 2011, Potts *et al.* 2016, Garibaldi *et al.* 2017, Melo *et al.* 2018, Giannini *et al.* 2020).

O processo da polinização necessita de um agente polinizador (biótico e/ou abiótico), o qual intermediará a troca de pólen entre os órgãos reprodutivos das flores (Maués 2014). O sucesso da polinização biótica não depende apenas da atividade dos polinizadores, mas também da sincronização dos períodos de floração (Silva *et al.* 2012). Os recursos produzidos pelas flores são diversos, além do pólen elas produzem néctar, resinas florais, ceras, odores, óleos e substâncias aderentes para o transporte do pólen (Deprá *et al.* 2018).

A disponibilidade de recursos florais para seus visitantes pode ser avaliada por meio de duas perspectivas: a primeira, com foco na distribuição espacial dos recursos florais, considerando a estratificação vertical e a segunda com ênfase na distribuição temporal dos recursos, levando em consideração o monitoramento da fenologia da floração (Silva *et al.* 2012).

Na região amazônica os estudos sobre distribuição de recursos florais considerando a estratificação vertical em áreas verdes urbanas são escassos, grande volume de estudos no Brasil tem sido direcionado, principalmente, em ambientes de Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga e, com

menor frequência na região Amazônica (Wolowski *et al.* 2019), o que torna indispensáveis estudos sobre esses temas no ecossistema amazônico.

O município de Belterra localizado ao norte do Brasil na região oeste do estado do Pará é conhecido pela sua produção de mel (Pires *et al.* 2020). A seu favor tem a zona urbana ainda pequena na sua área territorial de 4.398,418 km² (IBGE 2022) e ainda preserva áreas florestadas na maioria secundárias que expandiu na década passada na zona periurbana cujas moradias e resíduos florestais se conectam.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi conhecer a composição florística de diferentes ambientes urbanos e caracterizar os sistemas de polinização preponderantes na estratificação vertical, considerando o hábito das plantas com flores no município de Belterra, Amazônia, Brasil. Procurou-se caracterizar a composição florística nos ambientes verdes urbanos (rua, quintal e floresta secundária), considerando a estratificação vertical, e identificar os que apresentam maior riqueza de espécies de plantas, assim como desvendar como estão distribuídos os sistemas de polinização bióticos nos diferentes ambientes urbanos e estratos verticais. Trabalhou-se com as hipóteses de que o ambiente rua e o estrato arbóreo apresentam a maior riqueza de espécies de plantas; a melitofilia é o sistema de polinização predominante nos diferentes estratos verticais dentro das áreas verdes urbanas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Belterra, oeste do Pará (-54°45'57" W; 02°33'32.39" S e 55°06'36.48" W; 02°54'49" S), a altitude é de aproximadamente 152 m (Fig. 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (megatérmico, tropical úmido), com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C. Possui também temperatura média anual em torno de 24,8 °C, umidade relativa média de 90 % e precipitação média anual de 2100 mm (Furtado-Neto *et al.* 2019). Segundo Espírito-Santo (2005), a vegetação próxima as áreas do estudo são classificadas como Floresta Ombrófila densa, caracterizada pela predominância de

grandes indivíduos arbóreos e abundância de lianas lenhosas, palmeiras e epífitas (Veloso *et al.* 1991). O relevo é plano ou dissecado, as várzeas são periodicamente alagadas no período chuvoso (Andrade 2015).

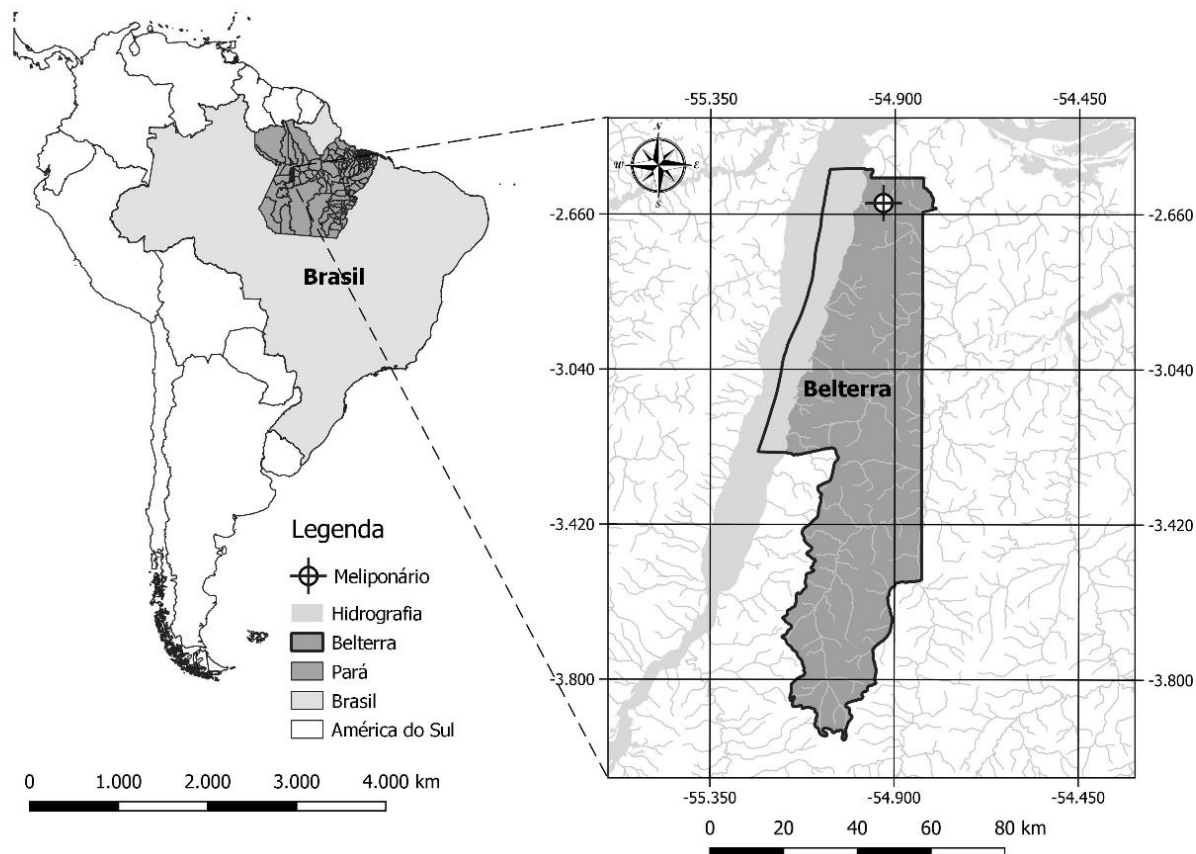


Figura 1. Localização das áreas do estudo dentro dos limites urbanos do município de Belterra, Oeste do Pará-PA.

Coleta dos dados

Composição florística

Para a amostragem da vegetação, foram realizadas expedições botânicas em duas áreas distantes entre si 1,5 km, denominadas de áreas verdes urbanas um (1) e dois (2). Em cada área foram selecionados três ambientes: rua, quintal e floresta secundária, tendo como ponto central a presença de um meliponário (criação de abelhas sem ferrão), durante o período de setembro 2021 a agosto de 2022 no município de Belterra, Amazônia, Brasil (Fig. 2).

No ambiente urbano rua, foram projetados, transectos de 250 metros de extensão, por 4 m de largura, perfazendo um perímetro total de 1000 m², em cada área, totalizando 2.000 m² de área amostrada. No ambiente urbano quintal, foram realizadas caminhadas abrangendo raio de 1.000 m² em torno dos meliponários, em cada área totalizando 2.000 m² de área observada. No ambiente floresta secundária a vegetação foi avaliada por amostragem de 25 parcelas de 10 x 4 m (1.000 m²) em cada área, levando em consideração o raio de forrageamento das abelhas locais (1.000 m²) (Aleixo *et al.* 2104) totalizando 2.000 m² de área observada. As áreas de estudo apresentam características de ambiente urbano antropizado, como desmatamento da vegetação e agricultura.

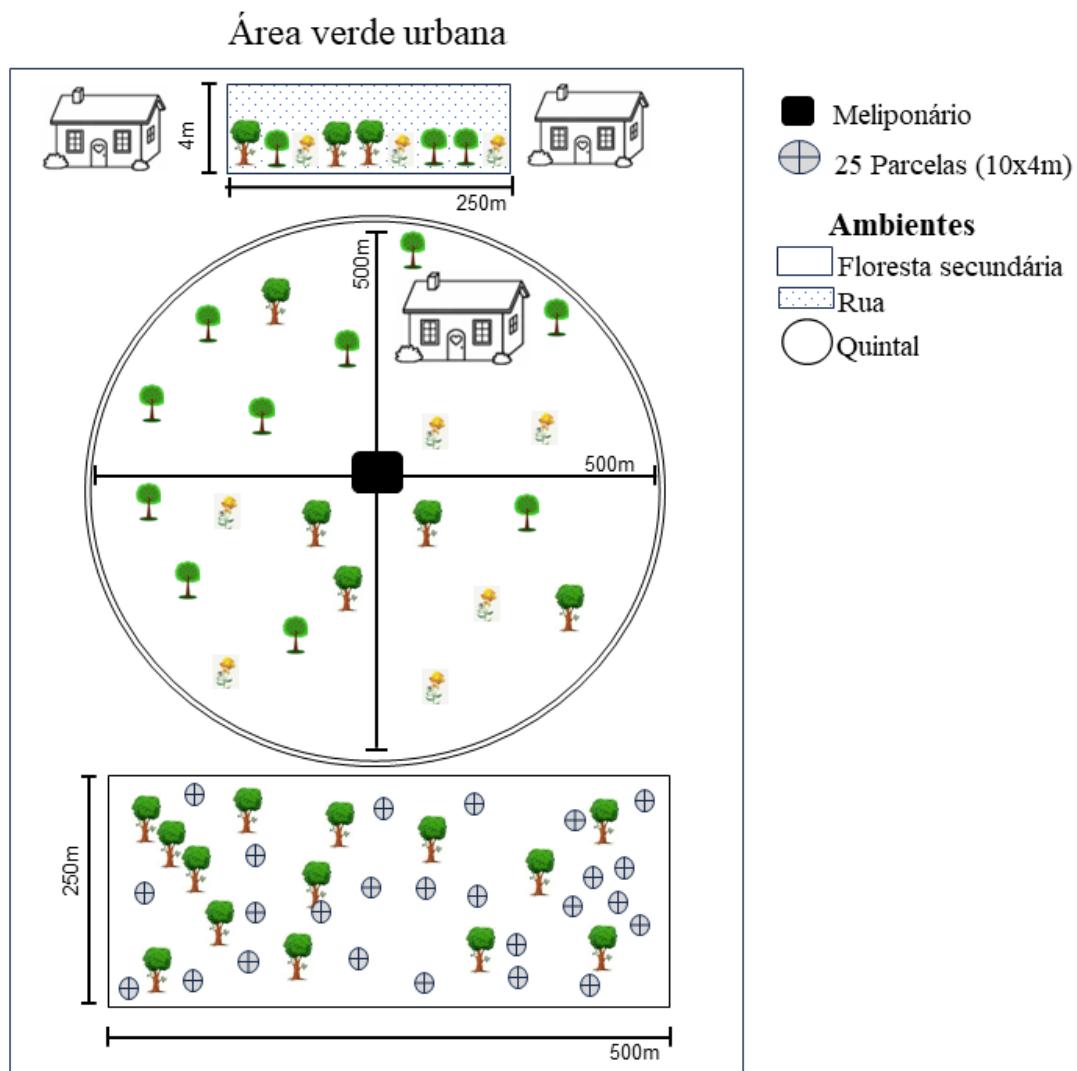


Figura 2. Esquema da amostragem da vegetação nos três ambientes urbanos (rua, quintal e floresta secundária) localizadas dentro dos limites do município de Belterra, Oeste do Pará-PA.

As plantas em floração foram coletadas e montadas em exsicatas, sendo posteriormente levadas ao Laboratório de Sistemática Vegetal da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA. O material foi desidratado em uma estufa com temperatura de 60 °C (2 a 3 dias) e, em seguida, encaminhado para identificação. A classificação das plantas seguiu APG IV (2016) e incorporadas ao acervo do Herbário da UFOPA. Para o sistema de classificação das espécies foram verificados os nomes científicos nas bases de dados da Flora do Brasil 2020 (Brazil flora group 2021; IPNI 2023).

As espécies foram listadas e organizadas em famílias botânicas, gêneros e espécies e também quanto à origem: exótica ou nativa (Lorenzi 2010; Moro *et al.* 2011), quanto ao sistema de polinização preponderante, seguiu a classificação proposta por Faegri & Van der Pijl (1976), além da literatura especializada em ecologia da polinização, biologia reprodutiva e floral, em adição a um banco de dados especializado (www.rcpol.org.br), o qual possibilitou determinar os tipos de polinizadores de cada espécie vegetal e os recursos disponíveis.

Para as espécies melitófilas foram utilizados, também, dados obtidos em estudos sobre levantamento de Apoidea em flores, como os listados no apêndice 1 ou ainda, através de observações no campo da frequência de visita e comportamento de visita que caracterizassem as abelhas como polinizadores das respectivas espécies.

Os indivíduos foram classificados segundo o hábito das espécies e estratificação vertical (arbóreo, arbustivo, herbáceo e lianas), para isso foram utilizados os parâmetros adotados por Bernacci e Leitão Filho (1996) e Rizzini e Rizzini (1983), com algumas modificações. Foram incluídos no estrato arbóreo, todos os indivíduos lenhosos com 15 cm ou mais de circunferência na altura do peito (CAP); no estrato arbustivo foram listados aqueles com caule entre 1 e 2 m de altura e CAP < que 15 cm; já no estrato herbáceo foram amostrados todos os indivíduos não lenhosos, de porte prostrado ou ereto com caule nunca maior que 1 m de altura; e entre as lianas estiveram os indivíduos lenhosos, que se desenvolvem sobre outros vegetais.

Análises dos dados

Para avaliar a composição florística das áreas urbanas amostradas, foram contabilizadas a riqueza de espécies e famílias por área, ambiente e estrato. Além disso, foi analisada a similaridade de espécies entre os ambientes e estratos e foi confeccionado um diagrama de Venn, com base na presença e ausência das espécies. Foram calculados os índices de similaridade qualitativos (Jaccard) entre os ambientes (rua, quintal e floresta secundária) e estratos (arbóreo, arbusto, herbáceo e liana) por meio do método nMDS (Escalonamento Multidimensional não métrico) e a diversidade por meio do índice de diversidade de Shannon (H'), baseada nos dados de presença (1) ou ausência (0) das espécies. A similaridade florística foi gerada no programa PAST ("Paleontological Statistics") Hammer *et al.* (2001), (Magurran 1988).

Para testar a diferença na associação entre os ambientes urbanos e o tipo de estrato (arbóreo, arbusto, herbáceo e liana), foi aplicado o teste do qui-quadrado de independência através do pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.* 2007). O mesmo foi feito para avaliar a associação entre as áreas e os tipos de sistemas de polinização preponderantes.

RESULTADOS

Composição florística

Os três ambientes urbanos em conjunto apresentaram 235 espécies distribuídas em 175 gêneros, pertencentes a 55 famílias botânicas (Anexo 1). Para área 1 o ambiente rua apresentou 121 espécies, 103 gêneros pertencentes a 37 famílias, o ambiente quintal 62 espécies, 53 gêneros pertencentes a 28 famílias e o ambiente floresta secundária 64 espécies, 48 gêneros pertencentes a 29 famílias, enquanto que na área 2, o ambiente rua apresentou 68 espécies, 61 gêneros pertencentes a 26 famílias, o ambiente quintal 25 espécies, 25 gêneros pertencentes a 20 famílias, e o ambiente floresta secundária 41 espécies, 32 gêneros pertencentes a 23 famílias.

A análise conjunta da composição florística, no nível de família, nos ambientes estudados, mostrou que a família Fabaceae (n=35) representou 15% do total de espécies amostradas no estudo,

seguida por Asteraceae (n= 12), Euphorbiaceae (n= 12), Solanaceae (n= 11), Bignoniaceae (n= 10), Malpighiaceae (n= 9), Myrtaceae (n= 9), Rubiaceae (n= 9), Apocynaceae (n= 8), Arecaceae (n=7), Sapindaceae (n=7), Meliaceae e Rutaceae com (n= 6 cada uma) (Fig. 2). Juntas, essas famílias corresponderam a 24% de todas as famílias identificadas, concentrando 60% das espécies (n= 141) encontradas nas áreas.

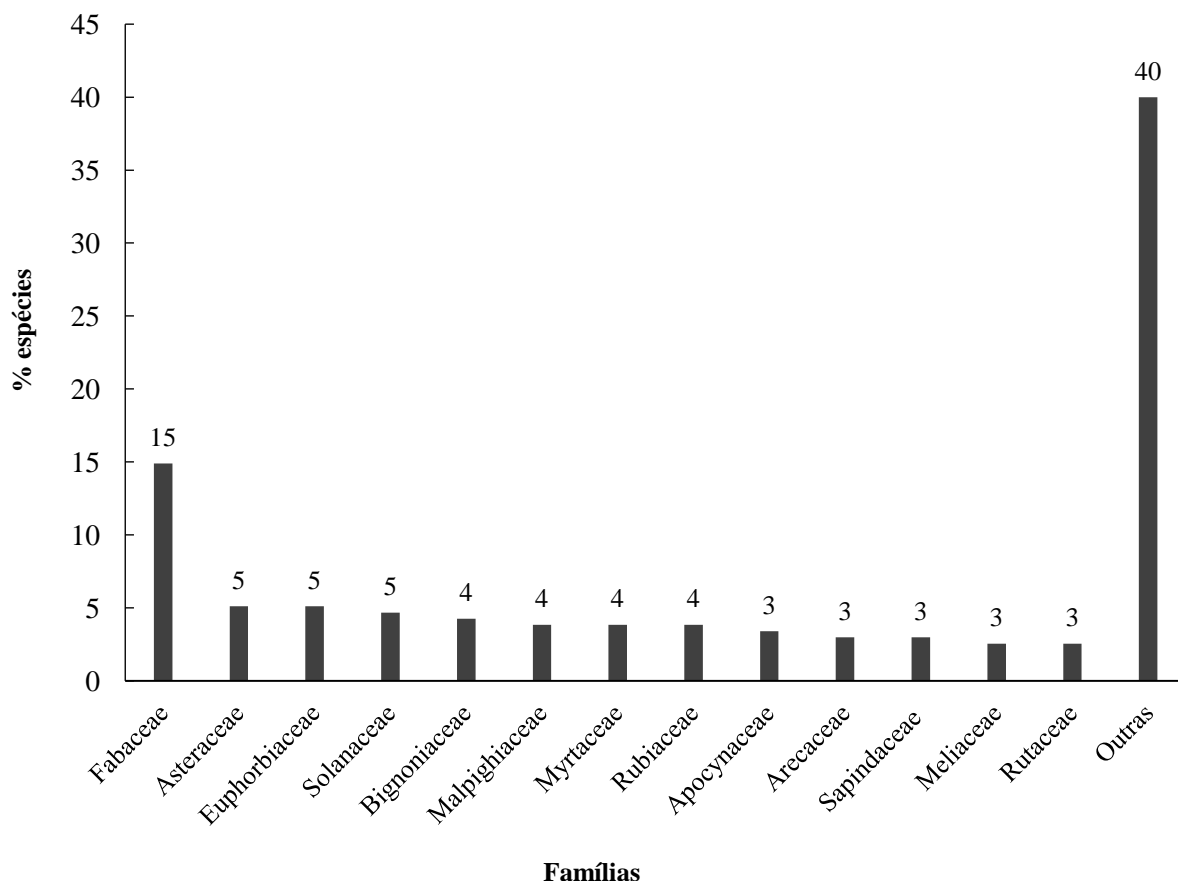


Figura 3. Porcentagem da riqueza de espécies pertencentes as famílias mais representativas nas áreas do estudo em Belterra, Amazônia, Brazil.

Distribuição das espécies por ambiente urbano

De maneira geral, o ambiente urbano rua apresentou 132 espécies distribuídos em 113 gêneros pertencentes a 39 famílias botânicas com destaque para a família Fabaceae (n= 21) destas (n= 13) ocorreram exclusivamente nesse ambiente; *Acacia mangium* Willd., *Cassia fistula* L., *Cenostigma macrophyllum* Tul., *Cenostigma pyramidale* Tul., *Cenostigma tocantinum* Ducke, *Chamaecrista speciosa* Conc., L.P. Queiroz & G.P. Lewis, *Clitoria racemosa* Benth., *Dialium*

guianense (Aubl.) Sandwith, *Dioclea megacarpa* Rolfe, *Inga cinnamomea* Spruce ex Benth., *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby e *Senna rugosa* (G.Don.) Irwin & Barneby, Asteraceae (n= 12) *Emilia coccinea* (Sims) Sweet, *Blainvillea biaristata* DC., *Cosmos sulphureus* Cav., *Eclipta alba* (L.) Hassk., *Helianthus tuberosus* L., *Melampodium paniculatum* Gardner, *Mikania glomerata* Spreng., *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera, *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass., *Tilesia baccata* (L.) Pruski, *Wedelia paludosa* DC. e *Zinnia elegans* Jacq. ocorrendo exclusivamente nesse ambiente, Euphorbiaceae (n= 10), das quais nove estiveram presentes exclusivamente nesse ambiente *Aparisthium cordatum* (A.Juss.) Baill., *Astraea lobata* (L.) Klotzsch, *Bertholletia excelsa* Bonpl., *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp., *Croton glandulosus* L., *Dalechampia scandens* L., *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg e *Jatropha gossypifolia* L., Solanaceae (n = 8) e quatro estiveram presentes exclusivamente nesse ambiente *Solanum argenteum* Blanchet ex Dunal, *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil., *Solanum nigrum* L., *Solanum spinosum* L. e a família Malpighiaceae (n= 7) destas quatro ocorreram exclusivamente nesse ambiente *Banisteriopsis campestris* (A.Juss.) Little, *Bunchosia armeniaca* (Cav.) DC, *Byrsonima intermedia* A.Juss. e *Stigmaphyllon mikanifolium* R.F. Almeida & Amorim).

O ambiente urbano quintal apresentou 68 espécies distribuídos em 54 gêneros pertencentes a 29 famílias botânicas, as famílias Arecaceae (n= 7), *Bactris gasipaes* Kunth, *Oenocarpus bacaba* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, estiveram presentes exclusivamente nesse ambiente, Anacardiaceae (n= 5) com destaque para o gênero *Spondias* L. representadas por *Spondias dulcis* L. e *Spondias mombin* L., Fabaceae (n= 5), destas três pertencentes ao gênero *Inga* Mill., *Inga edulis* Mart., *Inga fagifolia* Willd. ex Benth. e *Inga striata* Benth., Myrtaceae (n= 5), destas duas pertencentes ao gênero *Psidium* L., *Psidium cattleyanum* Sabine e *Psidium guajava* L., Rutaceae (n= 5) destas cinco pertencentes ao gênero *Citrus* L., *Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle, *Citrus aurantium* L., *Citrus limon* (L.) Burm. f., *Citrus reticulata* Blanco e *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.

A ambiente floresta secundária apresentou 87 espécies distribuídos em 62 gêneros pertencentes a 38 famílias botânicas, com destaque para a família Fabaceae (n= 13), destas nove foram

exclusivas desse ambiente, *Diplotropis purpurea* (Rich.) Amshoff., *Inga heterophylla* Willd., *Inga marginata* Willd., *Inga thibaudiana* DC., *Inga vera* Willd., *Lecointea amazonica* Ducke, *Phanera splendens* (Kunth) Vaz, *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. e *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C.Lim, seguidas pelas famílias Apocynaceae (n= 5) com *Tabernaemontana divaricata* (L.) R.Br. ex Roem. & Schult., *Tabernaemontana laeta* Mart. e *Tabernaemontana undulata* Vahl, ocorrendo exclusivamente nesse ambiente, Annonaceae (n= 4), das quais três espécies estiveram presentes exclusivamente nesse ambiente, *Duguetia cadaverica* Huber, *Fusaea longifolia* (Aubl.) Saff. e *Xylopia nitida* Dunnal.), Hypericaceae (n= 4), *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch., *Vismia gracilis* Hieron., *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy e *Vismia japurensis* Reichardt, todas exclusivas para este ambiente e Salicaceae (n = 4) com *Banara arguta* Briq., *Banara guianensis* Aubl., *Casearia javitensis* Kunth e *Casearia sylvestris* Sw. Todas exclusivas para esse ambiente (Fig. 3).

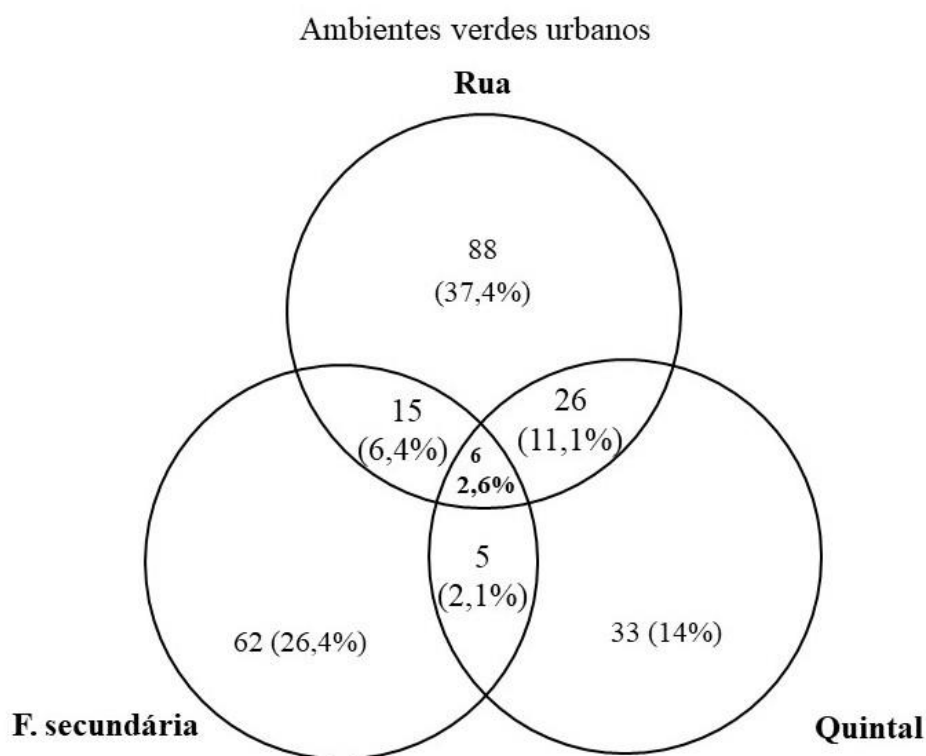


Figura 4. Diagrama de Venn produzido a partir das espécies compartilhadas e exclusivas entre os três ambientes verdes urbanos rua, quintal e floresta secundária em Belterra, Amazônia, Brasil.

Distribuição das espécies por hábito e estratificação vertical

As análises mostraram diferença significativa ($p < 0,01$) entre os ambientes e o tipo de estratificação (arbóreo, arbustivo, herbáceo e liana), estando o estrato arbóreo mais bem representado em todos os ambientes, seguido do arbustivo com exceção no ambiente rua, onde o estrato herbáceo apresentou um maior número de espécies. De maneira geral, no estrato arbóreo foram identificadas 128 espécies, distribuídas em 93 gêneros e 31 famílias. Os arbustos foram representados por 55 espécies, distribuídas em 44 gêneros e 26 famílias. No estrato herbáceo, foram identificadas 38 espécies, distribuídas em 36 gêneros e 12 famílias. Já as lianas foram representadas por 14 espécies, distribuídas em 11 gêneros e 10 famílias (Fig. 4).

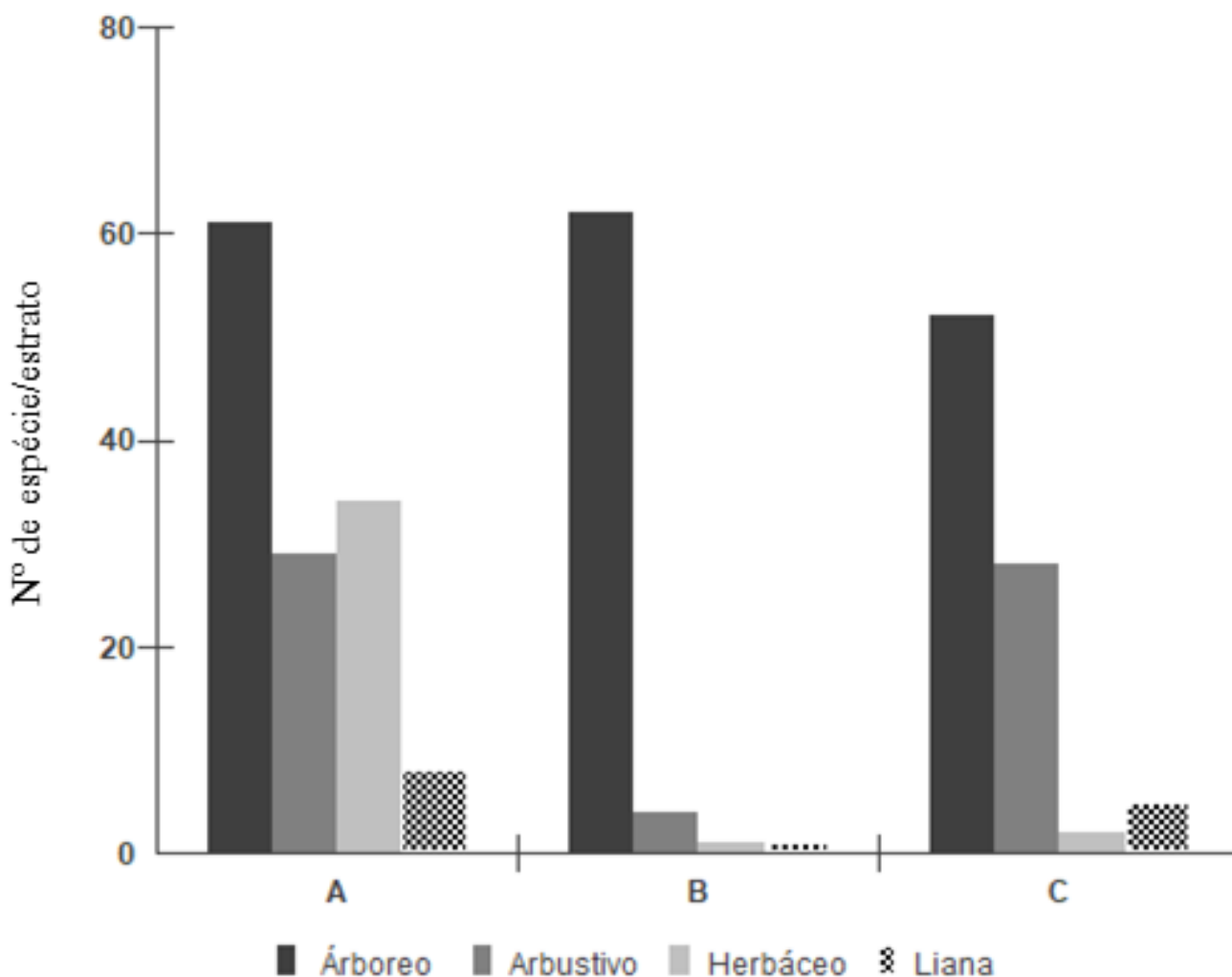


Figura 5. Número de espécies de plantas distribuídas na estratificação vertical nos ambientes urbanos do município de Belterra, Amazônia, Brasil.

Diversidade e similaridade florística

A análise de similaridade florística mostrou que houve diferença significativa na riqueza de espécies entre os ambientes nas áreas estudadas ($p < 0,01$). A similaridade entre os ambientes foi baixa (menos de 18% para o índice de Jaccard), variando de 0,17 a 0,1. A maior similaridade foi evidenciada entre os ambientes rua e quintal 0,17. A menor similaridade ocorreu entre os ambientes rua e floresta secundária 0,1 e quintal floresta secundária 0,1.

Na Figura 5 é possível observar o agrupamento dos ambientes por áreas amostradas, rua 1 e 2 localizados nas ruas, quintal 3 e 4 referentes ao ambiente quintal e floresta secundária (5 e 6) representam o ambiente floresta secundária. A ordenação de nMDS mostrou que os ambientes diferem completamente em composição de espécies de plantas (Fig. 5).

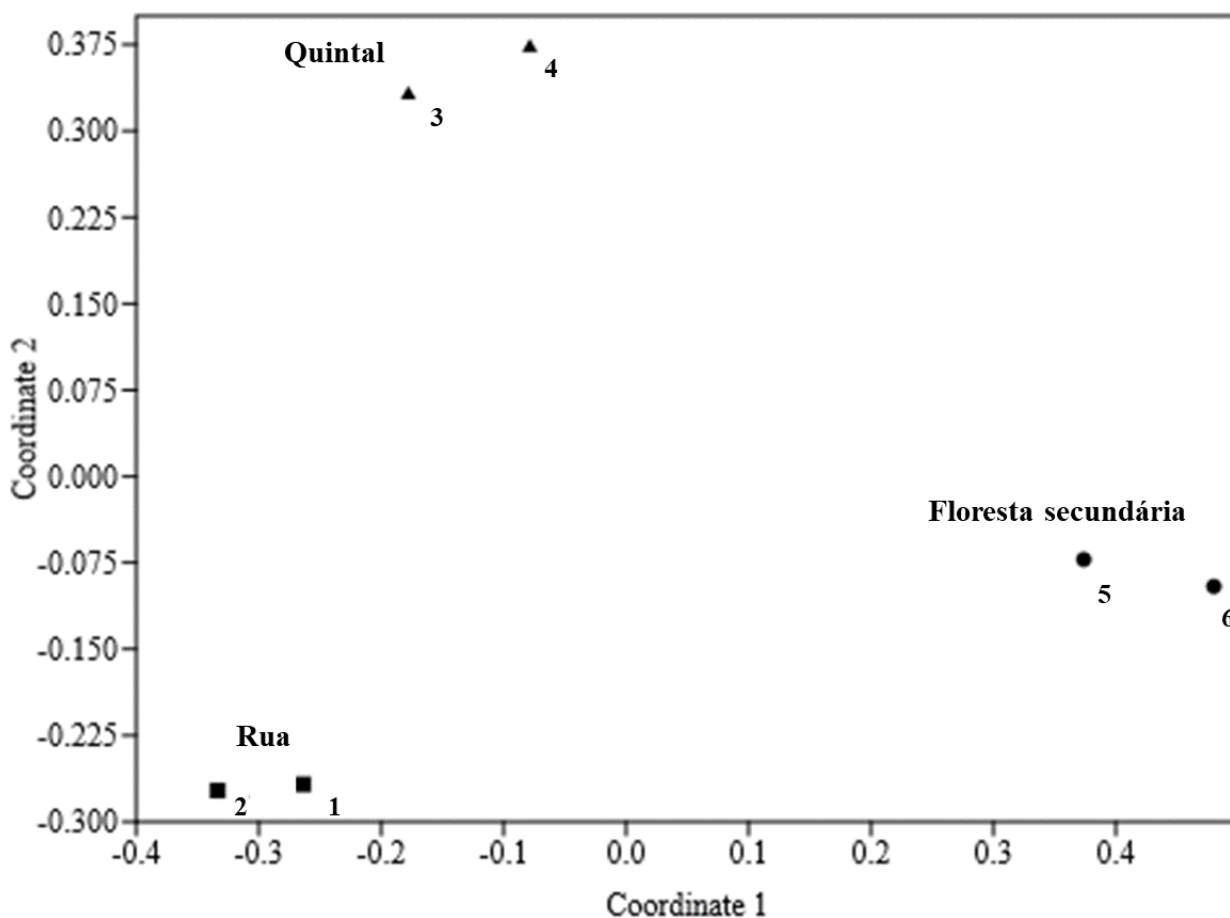


Figura 6. Similaridade de Jaccard – nMDS Escalonamento Multidimensional não métrico para os ambientes urbanos verdes rua (pontos 1 e 2), quintal (pontos 3 e 4) e floresta secundária (5 e 6).

Sistemas de polinização preponderantes

Das 235 espécies de plantas identificadas nas áreas (Apêndice 1), 80% delas (n=188) apresentam sistemas de polinização preponderante como melitofilia, seguida pela entomofilia (5,11%) (n= 12), falenofilia e ornitofilia (3,40%) (n= 8 cada), psicofilia (2,55%) (n=4), cantarofilia e miofilia (2,13%) (n=5) e quiropterofilia (1,28%) (n=3).

Houve certa variação da distribuição dos sistemas de polinização entre as áreas, no entanto, houve diferença significativa entre as áreas e os tipos de sistemas de polinização preponderantes ($X^2= 20,74$; $p < 0,01$). A melitofilia foi o sistema de polinização mais comum nos ambientes, variando de 76,92% no estrato herbáceo a 85,25% no estrato arbóreo para a ambiente rua, no ambiente quintal variou de 87,30% no estrato arbóreo a 100% nos outros estratos, já para a ambiente floresta secundária variou de 75% no estrato liana a 100% no estrato herbáceo (Tab. 1).

Tabela 1. Distribuição em porcentagem das espécies de plantas, por sistemas de polinização preponderante, na estratificação vertical nos ambientes rua, quintal e floresta secundária município de Belterra, Amazônia, Brasil.

		Agentes polinizadores preponderantes (%)							
Ambiente	Hábito	Cantarofilia	Entomofilia	Falenofilia	Melitofilia	Miofilia	Ornitofilia	Psicofilia	Quiroptefilia
Rua	Arbóreo	3.28	3.28	1.64	85.25	1.64	1.64	1.64	1.64
	Arbustivo	0	3.23	6.45	80.65	0	6.45	3.23	0
	Herbáceo	0	10	0	76.67	6.67	3.33	3.33	0
	Liana	0	0	0	83.3	0	16.7	0	0
Quintal	Arbóreo	1.59	1.59	1.59	87.3	1.59	3.17	1.59	1.59
	Arbustivo	0	0	0	100	0	0	0	0
	Herbáceo	0	0	0	100	0	0	0	0
	Liana	0	0	0	100	0	0	0	0
F. secundária	Arbóreo	7.69	1.92	7.69	76.92	0	0	3.85	1.92
	Arbustivo	3.57	10.71	3.57	64.29	7.14	7.14	3.57	0
	Herbáceo	0	0	0	100	0	0	0	0
	Liana	0	0	0	75	0	0	25	0

DISCUSSÃO

A flora urbana de Belterra pode ser considerada diversificada e mista, pois preserva vestígios de uma colonização sobre uma área de floresta amazônica. De maneira geral, a riqueza na composição florística entre as áreas aqui estudadas, corrobora com outros estudos desenvolvidos na Amazônia, em que a família Fabaceae é bem representada em número de espécies (Pereira *et al.* 2017; Oliveira *et al.* 2020; Rayol e Silva 2021; Araújo *et al.* 2022; Silva *et al.* 2022).

Como a composição florística nas cidades amazônicas vem de ecossistemas florestais (floresta amazônica, várzea e cerrado amazônico) (Soares *et al.* 2021), isso pode resultar na riqueza florística de áreas verdes urbanas, como é o caso da cidade de Belterra, composto por diferentes ambientes urbanos, como ruas, quintais e florestas secundárias.

No ambiente urbano rua foram encontradas diversas espécies de plantas de diferentes hábitos/estratificação vertical, revelando uma alta riqueza florística, principalmente de espécies arbóreas revelando a contribuição da população no plantio de espécies de arbóreas nas ruas da cidade.

No ambiente urbano quintal a composição florística apresentou espécies de plantas que ocupam diferentes hábitos/estratos e isso confirma a relevância dos papéis desempenhados por esses ambientes para conservação da agrobiodiversidade em cidades amazônicas (Rayol e Miranda, 2019). Essa diversidade de espécies encontrada nos quintais urbanos em Belterra é similar aos estudos de Rayol *et al.* 2022, Gervazio *et al.* 2022).

No ambiente urbano floresta secundária a composição florística encontrada no estudo sugere que as espécies de plantas podem ter surgido a partir do abandono de áreas agrícolas ou de pastagens abandonadas. Há presença de espécies arbóreas pioneiras de poucas espécies dos gêneros *Vismia*, *Cecropia* e *Solanum* caracterizando o estágio inicial de sucessão. Além de apresentarem um misto de espécies de médio porte, caracterizando-se como arbustivo-arbórea com predominância de espécies de arbóreas pioneiras, como *Tapirira guianensis*, *Vismia*, *Inga*

e *Cecropia* e espécies arbóreas com altura média superior a 10 m e o DAP médio é superior a 11 cm (Vieira *et al.* 2003; 2007, Salomão *et al.* 2012).

A variação observada na composição florística para os ambientes urbanos desse estudo, apresentou similaridade de apenas 33%. Isso pode estar ligado a diferentes perturbações antrópicas nos diferentes ambientes (Leitão *et al.* 2015; Paolucci *et al.* 2016). Na rua pode concentrar a maior porção da perturbação antrópica em áreas urbanas, com maior influência na composição florística desse ambiente, tanto por parte dos moradores, quanto do poder público através de iniciativas e planejamento urbano para a arborização da cidade (Torres *et al.* 2017. No ambiente quintal a composição florística é alterada pelo proprietário do terreno (Costa e Pualleto 2021; Rayol e Silva 2021) e a floresta secundária por ser uma área de regeneração natural, as espécies de plantas podem ter surgido a partir do abandono de áreas agrícolas ou de pastagens abandonadas (Chazdon *et al.* 2016).

A análise separada dos estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo e lianas) na estratificação vertical, permitiu verificar a heterogeneidade na distribuição das espécies, revelando sua importância na dinâmica da distribuição dos sistemas de polinização. Estudos sobre a composição florística na região amazônica evidenciam os estratos arbóreo e arbustivo, como predominante quando comparados aos estratos herbáceo e lianas, (Condé e Tonini 2013; Souza Neto *et al.* 2015; Dionísio *et al.* 2017; Braga e Jardim 2019).

Dentre os oito sistemas de polinização zoófila encontradas, a melitofilia foi o mais representativo em todas as áreas estudadas. Este fato corrobora os demais estudos já desenvolvidos para estimar os sistemas de polinização na Amazônia (Küchmeister *et al.* 1998; Cunnold 2017; Lichtenberg *et al.* 2017; Campbell *et al.* 2018; Bezerra *et al.* 2020, Giannini *et al.* 2020; Silva Junior *et al.* 2020).

A predominância das abelhas como polinizadores foi demonstrada em ecossistemas globais, devido às suas altas taxas de visitação (número de visitas por unidade de tempo) e deposição de pólen por visita à flor (deposição de visita única). Ao contrário de outros insetos, as abelhas se

alimentam exclusivamente de recursos florais (pólen e néctar) tanto como adultos quanto como larvas, tornando-as exclusivamente dependentes de plantas com flores e, na maioria dos casos, os insetos mais abundantes nas redes de visitantes de plantas (Garibaldi *et al.* 2013; 2016; 2017; Isaacs *et al.* 2017; Willmer *et al.* 2017).

A variação no sistema de polinização pode ocorrer de acordo com o clima, a altitude, a região geográfica e o tipo de vegetação (Ne'eman *et al.* 2010). Além desses, outros fatores como borda e interior (Yamamoto *et al.* 2007, Jaffé *et al.* 2015) e estratificação (Kinoshita *et al.* 2006; Martins e Batalha 2007; Ferreira *et al.* 2011) também podem influenciar significativamente na distribuição nos sistemas de polinização nos ecossistemas.

A alta porcentagem de plantas melitófilas registrada nas áreas deste estudo, de maneira geral, (80%), certamente pode está associado ao fato de terem sido incluídas, todas as plantas distribuídas na estratificação vertical que floresceram durante o período (Silva *et al.* 2012). Maúes *et al.* (2012), em estudo sobre a importância dos polinizadores nos biomas brasileiros, destacou os casos de melitofilia em plantas arbóreas para Amazônia. Outros estudos realizados na Amazônia, destacaram a importância de espécies de plantas provedoras de recursos florais para as abelhas nativas da região, como Maués (2002; 2010), Cavalcante (2008) e Fernandes (*et al.* 2012).

As abelhas também se destacam como agentes polinizadores para as plantas arbustivas presentes no gênero *Byrsonima* (Malpighiaceae) em Benezar e Pessoni (2006), gênero *Solanum* (Solanaceae) em Silva *et al.* (2004), *Caryocar villosum* Pers. (Caryocaraceae) (Martins e Gribel 2007), *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (Fabaceae) em Maúes (2010) e *Gouania cornifolia* Reissek (Rhamnaceae) (Bezerra *et al.* 2021), encontradas também no levantamento florístico deste estudo.

A estratificação vertical de espécies de plantas pode estar relacionada com a oferta de recursos alimentares, o que nas comunidades de polinizadores pode determinar associações com plantas de diferentes portes. O padrão de distribuição das plantas, segundo seu hábito, e dos sistemas

de polinização na estratificação vertical, pode favorecer a manutenção da biodiversidade de um ecossistema (Maués 2012; Schmitz *et al.* 2014; Amorim *et al.* 2022). Portanto, ficou claro a importância de estudar os sistemas de polinização em toda a estratificação vertical para compreender a distribuição dos recursos florais e a dinâmica das populações de plantas que mantêm os polinizadores, que por sua vez, são imprescindíveis para a conservação das comunidades vegetais na região amazônica.

A melitofilia esteve presente em todos os hábitos avaliados, reforçando a importância das abelhas na manutenção da biodiversidade deste ambiente, o que se justifica pelo fato de que as abelhas utilizam todos os recursos: pólen, néctar, óleo e resina (Rech *et al.* 2014; Absy *et al.* 2018; Bezerra *et al.* 2020; Giannini *et al.* 2020; Ferreira *et al.* 2021; Rezende *et al.* 2021; Pimentel *et al.* 2021; 2023, Souza *et al.* 2020; 2021; Amorim *et al.* 2022).

As distribuições das espécies de plantas polinizadas por abelhas em toda a estratificação vertical, principalmente em florestas tropicais, têm mostrado que a maioria das plantas melitófilas pertencem ao estrato arbóreo - arbustivo (Bawa 1990; Yamamoto *et al.* 2007), embora com menor riqueza de espécies, nos componentes formados por plantas herbáceas e lianas.

Estudos como esses são importantes para elaborar inventários da flora apícola\meliponícola em ambientes antrópicos, fornecendo informações para o manejo nessas áreas. O padrão de distribuição das plantas, segundo seu hábito, e dos sistemas de polinização na estratificação vertical, favorece a manutenção da biodiversidade da região amazônica.

CONCLUSÃO

O estudo evidenciou a importância das abelhas como visitantes e potenciais polinizadores, e mostrou ser possível a obtenção de dados interessantes para a melhor compreensão da dinâmica das comunidades vegetais em questão, a partir do conhecimento de sua composição florística, dos recursos florais disponíveis e dos sistemas de polinização associados nos diferentes ambientes urbanos.

As hipóteses testadas neste estudo quanto ao ambiente e a estratificação em relação a riqueza de espécies foram confirmadas. O ambiente urbano rua e o estrato arbóreo apresentaram a maior riqueza florística. Já o sistema de polinização biótico melitofilia predominou em todos ambientes e estratos.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pelo fornecimento de equipamentos e suporte técnico para os experimentos do Laboratório de Botânica e Palinologia. Este trabalho foi financiado por meio de bolsa de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (140195/2020-3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absy, M.L.; Rech, A.R.; Ferreira, M.G. 2018. Pollen Collected by Stingless Bees: A Contribution to Understanding Amazonian Biodiversity. In: Vit P, Pedro SRM, Roubik D, editors. Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology. 1st ed. Berlim (GER): *Springer International Publishing*. 29–46 p.
- Aquino, M.G.C.; das Neves Silva, J.J.; Maestri, M.P. 2021. Arborização urbana do bairro Santa Clara, Santarém, Pará: diversidade florística, origem e conflitos com a fiação elétrica. *Biodiversidade*, 20.
- Aleixo, K.P.; Faria, L.B.; Groppo, M.; Castro, M.M.N.; Silva, C.I. 2014. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance of pollinators, especially bees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13: 689-696.
- Amorim, D.S.; Brown, B.V.; Boscolo, D. 2022. Vertical stratification of insect abundance and species richness in an Amazonian tropical forest. *Scientific Reports*, 12: 1734.
- Andrade, D.F.; Gama, J.R.V.; Melo, L.O.; Ruschel, A.R. 2015. Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. *Biota Amazônia*, 5:109-115
- Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1–20.

- Araújo, F. J.G, Mende.; T. P.; Silva, L. D.; Alves, R. S.; Saraiva, R. V. C.; Santos, D. P.; De Assis, F. A. M. M. 2022. Avaliação fitossociológica de um fragmento florestal em área urbana na transição Cerrado–Floresta Amazônica. *Nativa*, 10: 211-218.
- Ayres, M.; Ayres, Jr.; M.; Ayres, D.L.; Santos, A.A.S. 2007. BioEstat 5.0. Sociedade Civil *Mamirauá*.
- Bawa, K.S. 1990. Plant - pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 399-422.
- Benezar, R.M.C.; Pessoni, L.A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amazonica*, 36: 159-168.
- Bernacci, L.C.; Leitão-Filho, H.F. 1996. Flora fanerogâmica da floresta da Fazenda São Vicente, Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, 19: 149-164.
- Bezerra, L.A.; Campbell, A.J.; Brito, T.F.; Menezes, C.; Maués, M.M. 2020. Pollen loads of flower visitors to açai palm (*Euterpe oleracea*) and implications for management of pollination services. *Neotropical Entomology*, 49: 482-490.
- Bezerra, L.A. 2021. Biologia floral de uma liana nativa heterodicogâmica, *Gouania cornifolia* Reissek (Rhamnaceae), com potencial para regeneração natural na Amazônia brasileira. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Brasil, 77p.
- Braga, E.O.; Jardim, M.A.G. 2019. Florística, estrutura e formas de vida do estrato inferior de uma Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Pará, Brasil. *Ciência Florestal*, 29: 1048-1059.
- Brazil Flora Group. 2021. Brazilian Flora 2020 project - Projeto Flora do Brasil 2020. v393.274. *Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Dataset/Checklist.
- Campbell, A.J.; Carvalheiro, L.G.; Maués, M.M.; Jaffé, R.; Giannini, T.C.; Freitas, M.A.B.; Coelho, B.W.T.; Menezes, C. 2018. Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açai palm in the Amazon river delta. *J Appl Ecol*, 55: 1725–1736.
- Cavalcante, M.C. 2008. Visitantes florais e polinização da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em cultivo na Amazônia central. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Brasil, 77p. (<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/18915>).

- Chazdon, R. L.; Broadbent, E. N.; Rozendaal, D. M.; Bongers, F.; Zambrano, A. M. A.; Aide, T. M.; Poorter, L. 2016. Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Science Advances*, 2: e1501639.
- Condé, T.M.; Tonini, H. 2013. Fitossociologia de uma floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, 43: 247-260.
- Costa, D.M.C.; Pauletto, D. 2021. Importância dos sistemas agroflorestais na composição de renda de agricultores familiares: estudo de caso no município de Belterra, Pará. *Nativa*, 9: 92-99.
- Cunnold, H.; Ballantyne, G. 2017. Insights da medição da deposição de pólen: quantificando a preeminência das abelhas como visitantes florais e polinizadores eficazes. *Artrópode Plant Interact*, 11:411–425.
- Deprá, M.S.; Gaglianone, M.C. 2018. Interações entre plantas e polinizadores sob uma perspectiva temporal. *Oecologia Australis*, 22: 1–16.
- Dionisio, L.F.S.; Schwartz, G.; Lopes, J.C.; Santos, G.G.A.; Oliveira, F.A. 2017. Mortality of stocking comercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 401: 1-7.
- Duarte, A. F. 2017. Climatologia das chuvas e efeitos antrópicos da urbanização na Bacia do Rio Acre, Amazônia Ocidental. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 1: 199–213.
- Elias, G.A.; Martins, H.B.; Vinholes, A.R.; Marques, B.H.; Zanette, V.C.; Santos, R. 2018. Arbóreos de um fragmento florestal urbano em Santa Catarina, sul do Brasil: florística e estrutura. *Ciência Florestal*, 4: 1755-1769.
- Espírito Santo, F.D.B.; Shimabukuro, Y.E.; Aragão, L.E.O.C.; Machado, E.L.M. 2005. Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. *Acta Amazônica*, 35:155-173.
- Fægri, K.; Van Der Pijl L. 1979. Principles of pollination ecology. 3 ed. London, *Pergamon 2 Press*.
- Fernandes, M.M.; Venturieri, G.C.; Jardim, M.A.G. 2012. Biologia, visitantes florais e potencial melífero de *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) na Amazônia Oriental. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 55: 167-175.

- Ferreira, L.V.; Parolin, P.; Muñoz, S.H.; Chaves, P.P. 2012. O efeito da fragmentação e isolamento florestal das áreas verdes da Região Metropolitana de Belém. *Pesquisas Botânica*, 63: 357-367.
- Ferreira, M.G. 2014. Exploração de recursos tróficos por *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* Cockerell, 1919 e *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811 (Apidae: Meliponini) criadas em meliponários na Amazônia Central. Doctoral thesis. Departamento de Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 140p.
- Ferreira, M.G.; Absy, M.L. 2015. Pollen niche and trophic interactions between colonies of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Apidae: Meliponini) reared in floodplains in the Central Amazon. *Arthropod-Plant Interactions*, 9: 263-279.
- Ferreira, M.G.; Absy, M.L.; Rezende, A.C.C. 2021. Pollen collected and trophic interactions between stingless bees of the genera (Apidae: Meliponini) raised in Central Amazon. *Journal of Apicultural Research*, 60: 1-13.
- Ferreira, M.G.; Pinho, O.C.; Balestieri, J.B.P.; Faccenda, O. 2011. Fauna and stratification of male orchid bees (Hymenoptera: Apidae) and their preference for odor baits in a forest fragment. *Neotropical Entomology*, 40: 639–646.
- Furtado-Neto, A.T.; Moura, J.M.S.; Silva, R.; Oliveira-Junior, R.C.; Gatti, L.V.; Röckmann, T. 2019. Produção e Fluxo de Metano na Floresta Nacional do Tapajós. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 34: 585-596.
- Garibaldi, L.A.; Carvalheiro, L.G.; Vaissière, B.E. *et al.* 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351: 388–391.
- Garibaldi, L.A.; Requier, F.; Rollin, O.; Andersson, G.K. 2017. Towards an integrated species and habitat management of crop pollination. *Curr Opin Insect Sci*, 21: 105–114.
- Garibaldi, L.A.; Steffan-Dewenter, I.; Winfree, R. *et al.* 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339: 1608–1611.
- Gervazio, W.; Yamashita, O.M.; Roboredo, D.; Bergamasco, S.M.P.P.; Felito, R.A. 2022. Quintais agroflorestais urbanos no sul da Amazônia: os guardiões da agrobiodiversidade? *Ciência Florestal*, 32: 163-186.

- Giannini, T.C.; Alves, D.A.; Alves, R. *et al.* 2020. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. *Apidologie*, 51: 406-421.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. 2001. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol Electron*, 4: 1-9.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 20 abril. 2023.
- IPNI. 2023. International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium.
- Isaacs, R.; Williams, N.; Ellis, J. *et al.* 2017. Integrated crop pollination: combining strategies to ensure stable and sustainable yields of pollination-dependent crops. *Basic Appl Ecol* 22:44–60.
- Jaffé, R.; Pope, N.; Carvalho, A.T *et al.* 2015. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PLoS One*, 10: e0121157
- Kinoshita, L.S.; Torres, R.B.; Forni-Martins, E.R.; Spinelli, T.; Ahn, Y.J.; Constâncio, S.S. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 20: 313-327.
- Küchmeister, H.; Webber, A.C.; Silberbauer-Gottsberger, I.; Gottsberger, G. 1998. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae e Annonaceae da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 28: 217– 245.
- Leitão, R. P.; Zuanon, J.; Mouillot, D.; Leal, C. G.; Hughes, R. M.; M., Kaufmann, P. R.; Gardner, T. A. 2018. Disentangling the Pathways of Land Use Impacts on the Functional Structure of Fish Assemblages in Amazon Streams. *Ecography*, 41: 219-232.
- Lichtenberg, E.M.; Kennedy, C.M.; Kremen, C *et al.* 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global Change Biology*, 23:4946-4957.

- Lisboa, L.S.; Almeida, A.S.; Lameira, W.J. 2019. Análise temporal da fragmentação florestal no leste da Amazônia legal. *Novos Cadernos*, 22:3.
- Lorenzi, H. 2010. Arbóreos Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. São Paulo: *Nova Odessa*, v. 3, 2010. 384p.
- Martins, R.L.; Gribel, R. 2007. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.(Caryocaraceae) uma Arbóreo emergente da Amazônia Central. *Brazilian Journal of Botany*, 30: 37-45.
- Maués, M.M.; Martins, M.B. 2014. Polinização em florestas tropicais: lições de Caxiuana. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, 9: 451-454.
- Maués, M.M.; Oliveira, P.E.A.M. 2010. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis*, 14: 238-250.
- Maués, M.M. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in eastern Amazonia. 2002. In: Kevan P, Imperatriz-Fonseca VL. (Ed.). Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature. Brasília: *Ministry of Environment*, p245-254.
- Maués, M.M.; Varassin, IG.; Freitas, L.; Machado, I.C.S.; Oliveira, P.E.A.M. 2012. A importância dos polinizadores nos biomas brasileiros, conhecimento atual e perspectivas futuras para conservação. Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. *Editora da Universidade de São Paulo*, p49-66.
- Melo, L.R.F.; da Guimarães, B.M.C.; Barônio, G.J *et al.* 2018. Como as abelhas percebem as flores e por que isso é importante? *Oecologia Australis*, 22: 362–389.
- Moro, M.F.; Martins, F.R. 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: Fitosociologia no Brasil: métodos e estudos de caso. Viçosa: *Editora UFV*, 212p.
- Magurran, A.E. 1998. Ecological Diversity and its Measurement. *Cambridge*. 179p.
- Ne'eman, G.; Jürgens, A.; Newstrom-Lloyd, L *et al.* 2010. A framework for comparing pollinator performance: effectiveness and efficiency. *Biological Reviews*, 85:435–451

- Oliveira Figueira, E.; Maestri, M. P.; de Aquino, M. C.; Silva, J. J.; Alves, F. N.; dos Santos, J. L.; Tenório, R. S. 2020. Diversidade florística em quatro bairros de Santarém, Pará. *Biodiversidade*, 19: 2.
- Ollerton, J.; Winfree, R.; Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120:321–326.
- Paolucci, L. N.; Maia, M. L. B.; Solar, R. R. C.; Campos, R. I.; Schoereder, J. H.; Andersen, A. N. 2016. Fire in the Amazon: Impact of Experimental Fuel Addition on Responses of Ants and Their Interactions with Myrmecochorous Seeds. *Oecologia*, 182: 335–46.
- Pereira, H.S.; Kudo, A.S.; Silva, S.C.P. 2018. Topofilia e valoração ambiental de fragmentos florestais urbanos em uma cidade amazônica. *Ambiente & Sociedade*, 21:e01590
- Pereira, L. G.; Rodrigues, C. F. A.; Monteiro, A. R. 2017. Composição florística e estrutura da floresta secundária em um perímetro urbano, Belém, PA. *21º Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental*.
- Pimentel, A.D.A.; Holanda, V.R.A.; Krug, C.; Miranda, I.S. 2023. A review of pollen types foraged by *Melipona* in the Brazilian Amazon. *Palynology*, 102: 1-10.
- Pimentel, A.D.A.; Absy, M.L.; Rech, A.R.; Holanda, V.R.A. 2021. Polliniferous flora foraged by *Melipona* bees along the Rio Negro in the Brazilian Amazon. *Grana*, 60: 385-397.
- Pires, A.P.; Silva, S.M.P.C.; Pacheco, A.; Azevedo, H.H.F.; Moraes, J.R.D.; Moreira, D.K.T.; Pena, D.A.G.; Carvalho, C.A.L. 2020. Physicochemical profile of honeys from different species of stingless bees from western Pará, Brazilian Amazonia. *Brazilian Journal of Development*, 6: 59251-59268.
- Potts, S.G.; Imperatriz-Fonseca, V.L.; Ngo, H.T.; Aizen, M.A.; Biesmeijer, J.C.; Breeze, T.D.; Vanbergen, A.J. 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540: 220-229.
- Rayol, B.P.V.; Miranda, I.S. 2019. Diversidade de Arbóreos e palmeiras em quintais na Amazônia Central. *Ciência Florestal*, 93: 515–529.
- Rayol, B. P.; Silva, J. C. N. 2021. Florística e estrutura do estrato arbóreo de quintais urbanos do município de Belterra, Pará. *Agrarian*, 14: 18-26.

- RCPol-Redes de catálogos polínicos online. 2021. Palinoecologia. (<http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-br:acmella%20uliginosa>)
- Rech, A.R.; Agostini, K.; Oliveira, P.E.; Machado, I.C. 2014. Biologia da polinização. Rio de Janeiro: *Revisora Editorial Ceres Belchior/ Projeto Cultural*, 527 p.
- Rezende, A.C.C.; Absy, M.L.; Ferreira, M.G. 2021. Pollen niche of *Melipona dubia*, *Melipona seminigra* and *Scaptotrigona* sp. (Apidae: Meliponini) kept in indigenous communities of the Sateré Mawé Tribe, Amazonas, Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 60: 1-17.
- Rizzini, C.T.; Rizzini, C.M. 1983. Dicionário botânico clássico latino português abonado. Rio de Janeiro, IBDF - Jardim Botânico.
- Salomão, R.P.; Vieira, I.C.G.; Brienza-Júnior, S.; Amara, D.D.; Santana, A.C. 2012. Sistema Capoeira Classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de florestas secundárias para o estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 7: 297-317.
- Santana, C.A.A.; Freitas, W.K.; Magalhães, L.M.S. 2015. Estrutura e similaridade em florestas urbanas na região metropolitana do Rio de Janeiro. *Interciência*, 7:479-486.
- Schmitz, H.J.; Amador, R.B.; Ferreira, J.E.D.; Maués, M.M.; Nascimento, I.M.; Martins, M.B. 2014. Relações da biodiversidade de vs. clima em escala local: Um estudo de caso em busca de padrões espaço-temporais em insetos. In: Emilio, T, Luizão F. (Ed.). Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra. Manaus: *Editora INPA*, 296p.
- Silva, A.; Kinupp, V.; Absy, M.L.; Keer, W. 2004. Pollen morphology and study of the visitors (Hymenoptera, Apidae) of *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) in Central Amazon. *Acta Botanica Brasilica*, 18: 653-657.
- Silva, C.I.; Araújo, G.; Oliveira, P.E.M.D. 2012. Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26: 748-760.
- Silva, E. C. G.; Santos, C. R.; Arouche, M. M. B.; De Almeida Jr, E. B. 2022. Florística em um fragmento urbano (Unidade de Conservação), Sítio Santa Eulália, São Luís, Maranhão. *Heringeriana*, 16: e917976-e917976.

- Silva Júnior, O.S.; Pires, P.V.B.; Maia, L.J.R.; Dias, A.C.A.A.; Cerqueira RM. 2020. Síndromes de dispersão e polinização em uma Unidade de Conservação na Amazônia. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 9: 765-782.
- Soares, A.C.S.; Dos Santos, R.O.; Soares, R.N.; Cantuária, P.C.; De Lima, R.B.; Silva, B.M.D.S. 2021. Paradox of afforestation in cities in the Brazilian Amazon: An understanding of the composition and floristic similarity of these urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 66: 127374.
- Sousa Neto, E.M.; De Paula, A.; Tagliaferre, C.; Barreto-Garcia, P.B.; Longue Júnior, D. 2019. Performance assessment of methodologies for vertical stratification in native forests. *Ciência Florestal*, 28: 1583-1591.
- Souza, R.R.; Pimentel, A.D.A.; Nogueira, L.L.; Abreu, V.H.R.; Novais, J.S. 2021. Palynoflora exploited by *Friseomelitta longipes* (Smith, 1854) (Apinae: Meliponini) in protected areas from the Brazilian Amazon basin. *Journal of Apicultural Research*, 60:1-16.
- Souza, R.R.; Pimentel, A.D.A.; Nogueira, L.L.; Abreu, V.H.R.; Novais, J.S. 2020. Resources collected by two *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) species based on pollen spectrum of honeys from the Amazon basin. *Sociobiology*. 67:268-280.
- Torres, V. S.; Todeschini, F.; Farias, M. F. 2017. Avaliação ecológica de duas áreas urbanas com forte influência antrópica. *Unisanta BioScience*, 7: 51-68.
- Veloso, H.M.; Filho, A.L.R.R.; Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. *Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento*, 124p.
- Vieira, I.C.G.; Proctor, J. 2007. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology*, 192:303-315.
- Vieira, I.C.G.; Almeida, A.S.; Davidson, E.A.; Stone, T.A.; Carvalho, C.J.R.; Guerrero, J.B. 2003. Classifying successional forests using landsat spectral properties and ecological characteristics in Eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment*, 87: 470-481.
- Willmer, P.G.; Cunnold, H.; Ballantyne, G. 2017. Insights from measuring pollen deposition: quantifying the pre-eminence of bees as flower visitors and effective pollinators. *Arthropod-Plant Interactions*, 11:411-425.

Wolowski, M.; Agostini, K.; Rech, A.R *et al.* 2019. Relatório Temático Sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos No Brasil; Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES) e a Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador (REBIPP). São Carlos. *Editora Cubo*, 179p.

Yamamoto, L.F.; Kinoshita, L.S.; Martins, F.R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 553-573.

Artigo a ser submetido na revista Palynology
Este Artigo segue as normas da revista Palynology

Recursos polínicos utilizados por abelhas nativas em áreas verdes na Amazônia oriental

Rogério Ribeiro de Souza,^a Marcos Gonçalves Ferreira,^b Ima Célia Guimarães Vieira ^a

^aPrograma Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical, Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, Brazil

^aUniversidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brazil

Resumo

Este estudo teve como objetivo caracterizar os recursos polínicos utilizados por colônias de *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 (Apidae: Meliponini). O estudo foi realizado entre setembro de 2021 e agosto 2022 em um meliponário, localizado em Belterra, Pará, Brasil. Foram identificados dos potes de pólen de *M. seminigra* e *S. xanthotricha*, um total de 55 tipos de polínicos distribuídos em 21 famílias botânicas. As famílias mais representativas nas amostras foram: Anacardiaceae, Burseraceae, Hypericaceae, Fabaceae, Melastomataceae e Myrtaceae. Nessas famílias, *Miconia* tipo (Melastomataceae) coletado por *M. seminigra* e *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Hypericaceae) coletado por *S. xanthotricha* apresentaram as maiores frequências (>50%) em algumas amostras. Os índices indicaram, em relação a H' e para *S. Xanthotricha*, alta riqueza de tipos polínicos (H' = 2,40, J' = 0,97) em abril e maio respectivamente, seguido por *M. semigra* em março (H' = 2,13) e dezembro (J' = 0, 92). A abelha *M. seminigra* apresentou uma menor extensão de nicho polínico quando comparada com *S. xanthotricha*, a qual foi considerada neste estudo mais especialista no uso dos recursos polínicos, enquanto que a espécie *S. xanthotricha* foi considerada mais generalista utilizando maior riqueza de tipos polínicos. Os tipos polínicos mais frequentes para *M. seminigra* foram: *Miconia* tipo e *Bellucia* tipo (Melastomataceae), confirmando uma preferência evolutiva para essa família botânica. Já *S. xanthotricha*, por apresentar maior extensão de nicho polínico, coletou de forma mais homogênea. Quanto ao hábito da planta, as abelhas mostraram maiores preferências pelo estrato arbóreo e arbustivos.

Palavras-chave: palinologia; plantas melíferas; nicho trófico; biodiversidade.

1. Introdução

Dentro do grupo dos insetos polinizadores ou que se alimentam de pólen e néctar, as abelhas são sem dúvida, o grupo mais importante desse contexto devido à grande taxa de visita as flores, o que provavelmente aumenta seu potencial polinizador (Thorp 2000). Cardinal e Danforth (2013), estimaram que as abelhas tenham se originado há aproximadamente 123 Ma (113-132 Ma), culminando com o aumento em abundância e expansão geográfica das eudicotiledóneas, as quais são fortemente dependentes das abelhas para a polinização.

Abelhas da tribo Meliponini formam um grupo bastante diverso de abelhas sociais e exibem enorme plasticidade, nichos e comportamentos (Michener 2007; Rasmussen e Cameron 2007) e ao contrário das melíferas exploradas na apicultura essas abelhas possuem o ferrão atrofiado, o que impossibilita o uso em seus sistemas de defesa (Lopes et al. 2005) sendo, por essa razão conhecidas popularmente como nativas sem ferrão, indígenas sem ferrão ou simplesmente como abelhas sem ferrão (Nogueira-Neto 1997). Esse grupo compreende, atualmente, cerca de 60 gêneros (Rasmussen & Cameron 2010) e mais de 600 espécies descritas, sendo maior que o grupo de todas as outras abelhas corbiculadas (Rasmussen & Cameron 2007). Estão distribuídas em ampla faixa tropical e subtropical do planeta (Michener 2007), ganhando maiores dimensões na região neotropical, principalmente na floresta Amazônica (Roubik 1992; Michener 2007).

Pedro (2014) estima que a riqueza de abelhas nativas sem ferrão (Apidae: Meliponini) encontrados no bioma Amazônico ultrapasse 114 espécies e que desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas regionais através de mecanismos de polinização. Dentre as inúmeras espécies de meliponíneos desse ambiente, podemos destacar as abelhas nativas *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 (Absy et al. 2018).

A polinização exercida pelos meliponíneos na Amazônia é tida como um grande benefício ecológico para esse bioma. A região amazônica apresenta uma rica fauna desses insetos, garantindo a produção de frutos e sementes, promovendo a conservação das espécies vegetais e a sobrevivência de suas colônias (Ferreira & Absy 2017; Absy et al. 2018; Rezende et al. 2018; Giannini et al. 2020).

Os recursos tróficos coletados por espécies de Meliponi na Amazônia brasileira têm sido amplamente estudados, sob o ponto de vista palinológico, por vários grupos de pesquisadores desde a década de 1970 (Absy & Kerr, 1977; Absy et al. 1980; Marques-Souza, 1996; Marques-Souza et al. 2002; Oliveira et al. 2009; Novais & Absy 2015; Ferreira & Absy, 2013; 2015; 2017a; 2017b; Rezende et al. 2018; 2021; Pimentel et al. 2020; Souza et al. 2020; 2021).

Nesse contexto, estudos recentes tem incorporado dados palinológicos em análises de redes de interação, revelando links anteriormente inacessíveis por meio de observação de campo, tornando essa abordagem cada vez mais importante, destacando as altas percentagens de conexão em redes interação planta-polinizador (Bosch et al. 2009; Olesen et al. 2010).

O entendimento do nicho trófico e as interações entre essas abelhas e plantas é fundamental, já que cada espécie contribui dinamicamente para manter o ecossistema (Ebeling et al. 2008). Ainda sim, as análises palinológicas têm contribuído de forma prática e indireta para conhecimento sobre a flora ou pastagem utilizada pelas abelhas na meliponicultura (Absy et al. 2018). Amostras coletadas de potes de pólen ou no corpo das abelhas podem gerar informações que anteriormente, so eram obtidas através de observações direta no campo, podendo, desta maneira, fornecer informações significativas sobre as interações planta-polinizador (Viana et al. 2014; Ferreira & Absy 2015).

A falta de estudos sobre a relação trófica entre *M. seminigra* e *S. xanthotricha* e a flora na região do Baixo Amazonas mostra uma lacuna no conhecimento dessa interação. Assim é importante que mais estudos sejam realizados para obtenção de dados que possam subsidiar ações futuras na manutenção das espécies de abelhas e plantas nessa região. Portanto, realizamos um estudo palinológico de amostras de pólen que eram periodicamente coletados diretamente nos potes de *M. seminigra* e *S. xanthotricha* em uma área urbana na região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil.

Considerando as informações supracitadas, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as principais fontes de recursos polínicos oriundos dos potes de polén de *M. seminigra* e *S. xanthotricha*, para entender como essas abelhas se comportam em cenário florístico semelhante em relação aos recursos disponíveis.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Belterra, mesorregião do Baixo Amazonas paraense (-54°45'57" W; 02°33'32.39" S e 55°06'36.48" W; 02°54'49" S). A altitude é de aproximadamente 152 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Ami (megatérmico, tropical úmido), com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C. Possui também temperatura média anual em torno de 24,8 °C, umidade relativa média de 90 % e precipitação média anual de 2100 mm (Furtado-Neto et al. 2019). O Meliponário está localizado em uma área urbana que preserva áreas florestadas na maioria secundárias que expandiu na década passada na zona periurbana cujas moradias e resíduos florestais se conectam (Figura 1).

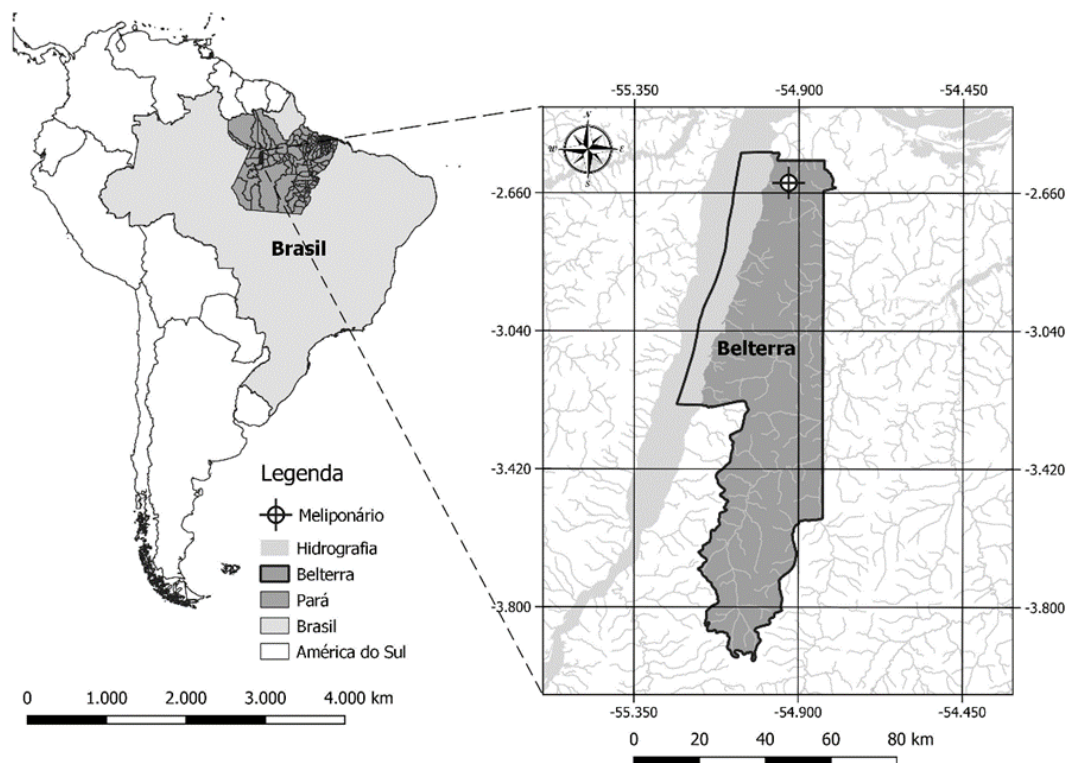


Figura 1. Localização do meliponário Fé em Deus em uma área urbana de Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil.

2.2. Coleta do polén e material botânico

As coletas foram realizadas entre setembro de 2021 à agosto de 2022 (um ano de coleta), totalizando 24 amostras (amostra), sendo 12 para cada espécie de abelha (uma amostra a cada mês, totalizando 12 meses de coleta). O material polínico era retirado com auxílio de espátulas esterilizadas. Sempre que possível, foram obtidos cerca de 5g a 10 g de polén, o qual foram acondicionados em potes plásticos com tampa e devidamente identificados. Posteriormente, as amostras foram mantidas em refrigerador a uma temperatura de cerca de 10 °C até o início do processamento químico. Lâminas de referência foram montadas a partir do levantamento das espécies de plantas que cercam a área no entorno do meliponário para facilitar a identificação dos tipos polínicos encontrados nos potes de polén.

2.3. Processamento químico e montagem de lâminas

Em laboratório, o tratamento adotado foi à acetólise (Erdtman, 1960). Após o processo de acetólise, foram preparadas, no mínimo, três lâminas para cada amostra utilizando gelatina glicerizada de Kisser (Salgado-Laboriau, 1961 apud 1973), seladas com parafina (J. Müller modificado em Erdtman, 1952). Em seguida os grãos de polén foram fotomicrografados e medidos usando um microscópio Zeiss Primo Star acoplado a uma câmera.

2.4. Análise polínica e sazonalidade

Na análise quantitativa contamos 600 grãos de pólen para cada amostra conforme Vegeron (1964) e Pimentel (2020). Para identificar os tipos polínicos – conceito segundo Joosten e De Klerk (2002) e De Klerk e Joosten (2007) – foram utilizadas lâminas de referências e bibliografias palinológicas especializadas (e.g., Roubik e Moreno 1991; Carreira et al. 1996). Dados sobre precipitação, temperatura e umidade do ar durante o período de amostragem foram obtidos Instituto Nacional de Meteorologia -INMET, estação meteorológica de Belterra, Pará (INMET/PA 2021/2022).

2.5. Análise dos dados

Para a classificação de ocorrência de cada tipo polínico no conjunto amostral, foram adotadas as categorias de classes propostas por Jones e Bryant (1996), raras (< 10%), pouco frequente (10 a 20%), frequente (21 a 50%) ou muito frequente (> 50%), com base na porcentagem de ocorrência de cada tipo de pólen no conjunto amostral (referente a sua frequência).

A amplitude do nicho trófico foi calculada usando o índice de Shannon-Weaver (1949) com a fórmula $H' = -\sum (p_i \cdot \ln p_i)$, onde H' é o índice de diversidade, (p_i) a proporção de cada tipo de pólen encontrado nas amostras e (\ln) um logaritmo natural. Para verificar a uniformidade dos tipos polínicos ao longo do ano foi calculado o índice de equitabilidade usando a fórmula $J' = H' / H'_{\text{máx}}$, com H' sendo o índice de diversidade e $H'_{\text{máx}}$ um logaritmo natural do número total de tipos de pólen presentes nas amostras. Os índices foram calculados usando o programa Past ("Paleontological Statistics") (Hammer et al. 2001).

O conjunto de interações mútuas entre polinizador e planta foi representado por meio de um grafo bipartido, gerado a partir de uma matriz binária (ausência e presença e de proporção) dos tipos polínicos coletados, utilizando o programa R.

Para testar a diferença na associação entre a frequência dos tipos polínicos e o tipo de estrato (arbóreo, arbusto, herbáceo e liana), foi aplicado o teste do qui-quadrado de independência através do pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007). O mesmo foi feito para avaliar a associação entre as áreas e os tipos de sistemas de polinização preponderantes.

3. Resultados

A total de 55 tipos polínicos foram encontrados no espectro polínico de amostras retiradas de potes de polén de (*Melipona seminigra* e *Scaptotrigona xanthotricha*) em Belterra. Esses tipos têm afinidade botânica com as plantas encontradas na área de estudo que estão distribuídos em 21 famílias botânicas. As famílias mais representativas na área do estudo

foram; Fabaceae (16), Myrtaceae (seis), Arecaceae (quatro), Asteraceae (quatro). As demais famílias (18) foram representadas por três, dois e um tipo polínico cada (Tabela 1). Em geral, as famílias botânicas mais representativas neste estudo foram: Melastomataceae, Hypericaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae.

3.1. *Melipona seminigra*

Análise das amostras de pólen coletadas das colônias de *M. seminigra* registraram um total de 31 tipos polínicos, distribuídos em 15 famílias botânicas. A família Fabaceae apresentou o maior número de tipos polínicos (oito), Myrtaceae (cinco) e Anacardiaceae (três). As demais famílias botânicas foram representadas por (dois e um) tipo polínico respectivamente (Tabela 1).

Nesse estudo foi verificado a presença de dois tipos polínicos (*Bellucia* e *Miconia*) ambos representantes da família Melastomataceae e considerados muito frequentes (>50 %) nas amostras de pólen em Belterra. Os demais tipos foram frequentes, sete tipos, nove pouco frequentes e 15 tipos raros nas amostras.

Tipos polínicos como *Byrsonima* tipo (Malpighiaceae), *Eugenia stipitata* (Myrtaceae), *Miconia* tipo (Melastomataceae), *Mimosa pudica* (Fabaceae), *Protium heptaphyllum*, (Burseraceae), *Solanum paniculatum* (Solanaceae) e *Vismia guianensis* (Hypericaceae) ocorreram por pelo menos de três a oito meses consecutivos nas amostras.

Em relação a frequência dos tipos polínicos, dois tipos foram muito frequentes (>50%): *Bellucia* (Melastomataceae, 53,17% em agosto) - e *Miconia* (Melastomataceae, 52,50% em junho). Sete tipos polínicos foram frequentes nas amostras mensais (21 a 50 %): *Miconia* (Melastomataceae, 48,67% em novembro e 27,67% em janeiro), *Psidium guajava* (Myrtaceae, 41,33% em janeiro), *Mimosa pudica* (Fabaceae, 39,33% em outubro e 21,00% em novembro), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae, 33,67% em setembro) e *Spondias mombin* (Anacardiaceae, 27,00% em novembro). Esses, portanto, representam os tipos polínicos mais explorados por *Melipona seminigra* em na área do estudo.

3.2. *Scaptotrigona xanthotricha*

A partir das análises das amostras de pólen coletadas das colônias de *S. xanthotricha* foram registrados um total de 54 tipos polínicos, distribuídos em 21 famílias botânicas. A família Fabaceae apresentou o maior número de tipos polínicos (15), Myrtaceae (seis) e Amaranthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Melastomataceae com (três) tipos cada uma. As demais famílias botânicas (15) foram representadas por (dois e um) tipo polínico respectivamente.

Registramos a presença dois tipos polínicos considerados muito frequentes nas

amostras de pólen desta abelha, ocorrendo em mais de 50%: *Miconia* e *Vismia guianensis* (Melastomataceae). Os demais tipos foram frequentes (um), pouco frequentes (sete) ou raros (46) nas amostras.

Tipos polínicos como *Alchornea* (Euphorbiaceae), *Borreria verticillata* (Rubiaceae), *Byrsonima* (Malpighiaceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Protium heptaphyllum*, (Burseraceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae) e *Vismia guianensis* (Hypericaceae) ocorreram por pelo menos de três a sete meses consecutivos nas amostras.

Quanto a frequência dos tipos polínicos, dois tipos foram muitos frequentes (>50%): *Miconia* (Melastomataceae, 60,00% - janeiro de 2021 e 66,77 - julho de 2022) e *Vismia guianensis* (Hypericaceae, 66,00% - fevereiro de 2021, 61,33% - junho e 56,00% agosto de 2022). Um tipo polínico foi frequente nas amostras mensais (21 a 50%): *Clidemia hirta* (Melastomataceae, 25,00% - março de 2022). Sete tipos polínicos foram considerados pouco frequente (10 a 20%): *Protium heptaphyllum* (Burseraceae, 14,17% - abril e 17,50% - maio de 2022), *Alchornea* (Euphorbiaceae, 17,17% - agosto de 2022), *Borreria verticillata* (Rubiaceae, 16,83% - setembro de 2021 e 14,67% - janeiro de 2022), *Byrsonima* (Malpighiaceae, 13,50% - outubro de 2021 e 16,67,00% - fevereiro de 2022) e *Mimosa pudica* (Fabaceae, 13,33% - julho de 2022). Esses, portanto, representam as combinações polínicas mais exploradas por *Scaptotrigona xanthotricha* na área do estudo.

3.3. Sazonalidade

As diferenças de H' entre os períodos mais chuvoso e menos chuvoso na região são destacadas em *M. seminigra* onde a diversidade de tipos polínicos foi maior nos meses de maior precipitação. Os meses de novembro de 2021 e fevereiro de 2022 corresponderam ao de maior número de tipos polínicos coletados e o terceiro e quarto mês de maior precipitação, umidade relativa e maior temperatura ambiente. Para a espécie de abelha *S. xanthotricha* a diversidade de tipos polínicos foi maior nos meses de menor precipitação e temperatura setembro e outubro de 2021 (INMET 2022) (Figura 2).

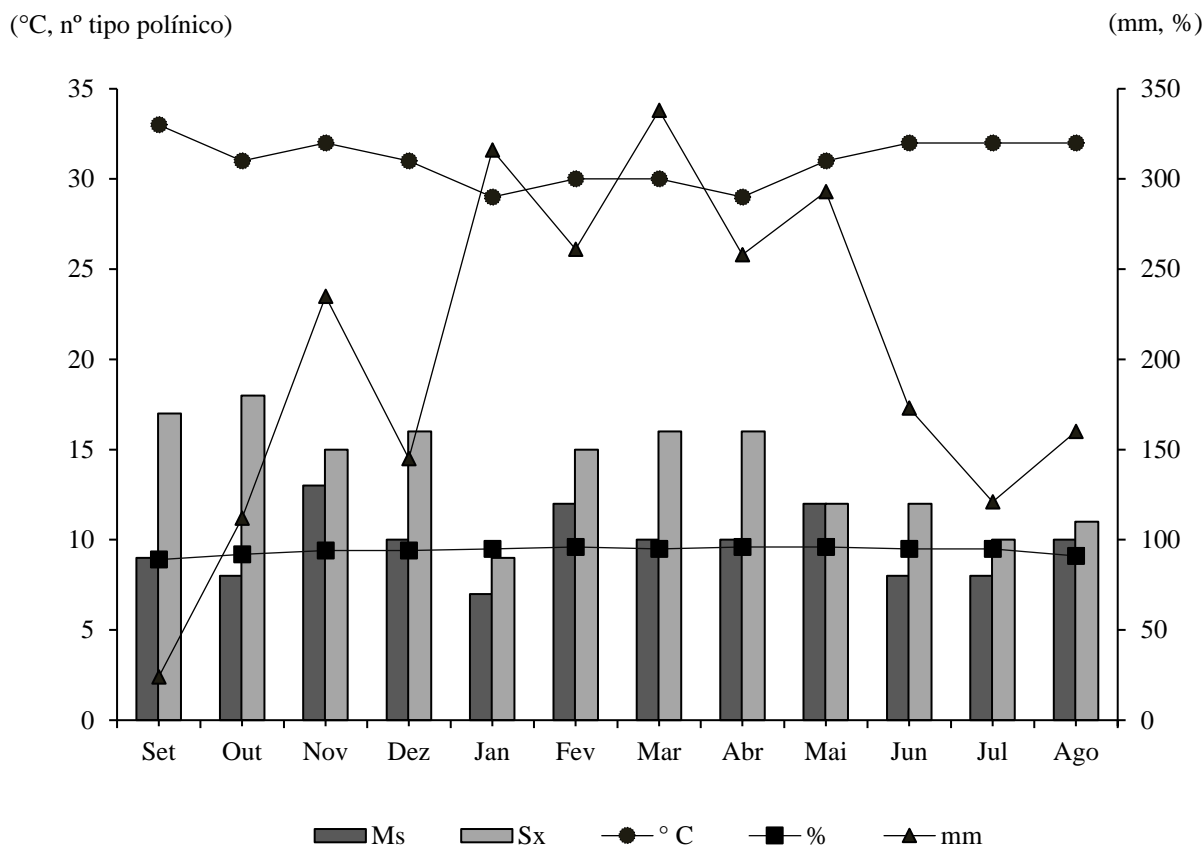


Figura 2. Número de tipos polínicos encontrados nos potes de polén de *M. seminigra* e *S. xanthotricha* relacionado a temperatura ($^{\circ}$ C), umidade relativa do ar (%), e chuva (milímetros- mm) no período setembro de 2021 a agosto 2022 em Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil.

3.4. Índices ecológicos e interação trófica

O índice de diversidade (H') obtido para *M. seminigra* apresentaram os maiores valores em março (2,13), fevereiro (2,10) e maio (2,05), enquanto os menores valores foram verificados em julho (1,04), abril (1,50) e janeiro (1,50). Para equabilidade (J'), os meses em que as coletas foram mais uniformes foram: dezembro (0,92), novembro (0,84) e agosto (0,83). Em contraste, os valores mais baixos de uniformidade foram registrados em abril (0,50), outubro (0,65) e julho (0,66).

Já para a abelha *S. xanthotricha*, o índice de diversidade (H') registrado, apresentou os maiores valores em abril (2,40), outubro (2,32), e março (2,11), enquanto os valores mais baixos foram obtidos em julho (1,20), fevereiro (1,28) e janeiro (1,33). O índice de uniformidade (J') para esta abelha teve maiores valores em maio (0,97), outubro (0,87) e fevereiro (0,80), enquanto os menores valores foram obtidos em novembro (0,47), abril (0,52) e janeiro e junho (0,59). Durante o período estudado não houve diferença significativa para os índices de diversidade ($p= 0.836$). (Asteraceae) em dezembro/2016 (1,20%) e em janeiro/2017 (2%).

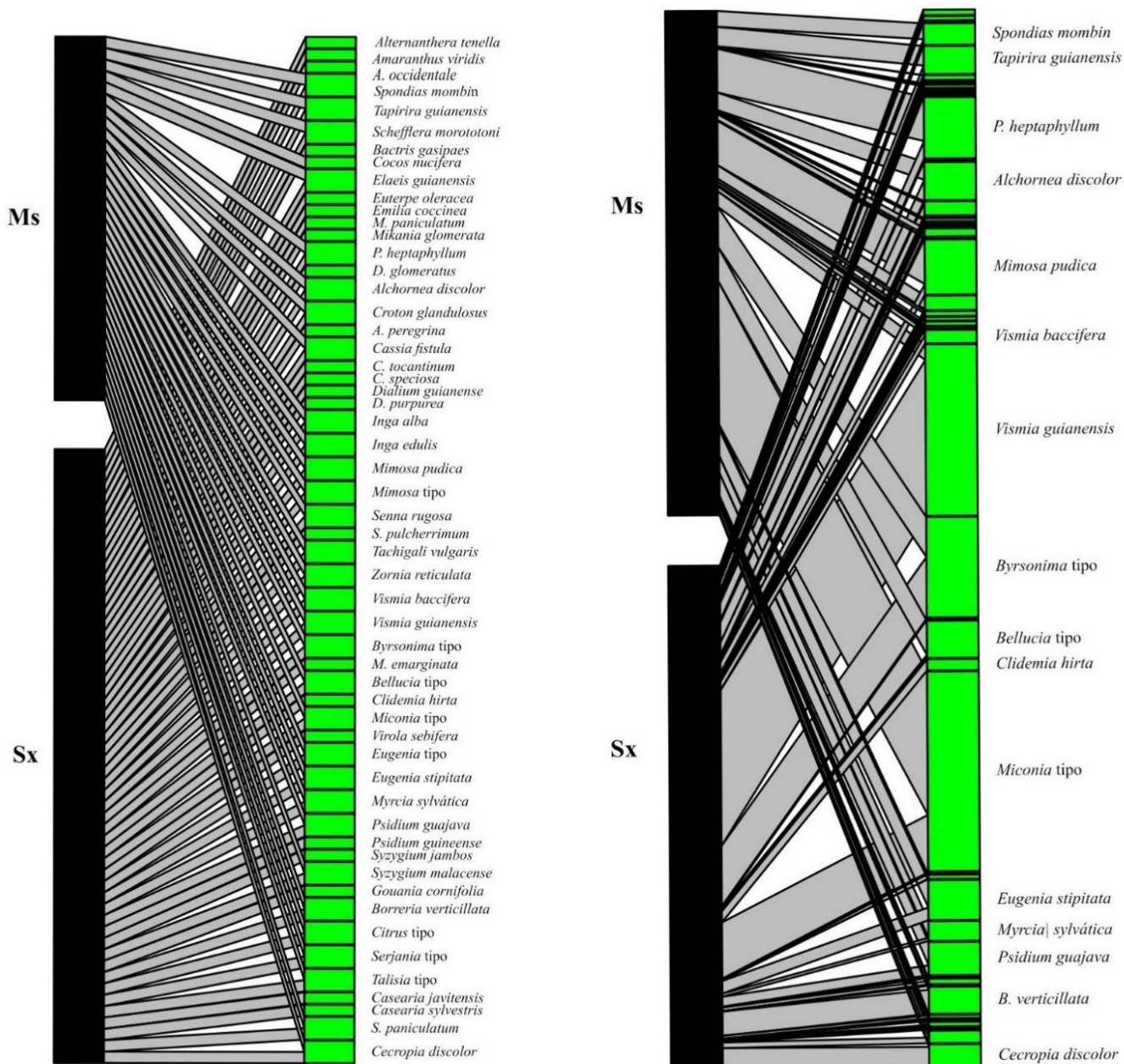


Figura 3. Gráficos (bipartidos), que representam o conjunto de interações tróficas relações entre *Melipona seminigra* (Ms) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Sx) e os tipos polínicos presentes nos potes de pólen coletados no período de setembro de 2021 à agosto de 2022 em um meliponário urbano de Belterra, baixo Amazonas, Pará, Brasil.

Tabela 1. Comparativo de frequência (%) de tipos polínicos presentes nas amostras mensais dos potes de polén (n = 12) para *Melipona semigra* (Ms) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Sx) durante o período de setembro 2021 à agosto de 2022 em Belterra, Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (H') = índice de diversidade de Shannon-Weaver e (J') = Índice de uniformidade Pielou.

Família	Ms												Sx												Hábito
	2021						2022						2021						2022						
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
Amaranthaceae																									
<i>Alternanthera tenella</i>													2.5	9.2								1.2			Herbáceo
<i>Amaranthus viridis</i>														6.5		1.0					1.8			1.0	Herbáceo
Anacardiaceae																									
<i>Anacardium occidentale</i>																2.5									Arbóreo
<i>Spondias mombin</i>	1.0			27.0		1.8				8.0														5.3	Arbóreo
<i>Tapirira guianensis</i>	33.7	4.0			3.5	2.5					2.8		1.2	11.8		0.8	6.0	0.8							Arbóreo
Apocynaceae																									
<i>Schefflera morototoni</i>											0.8				1.2								0.8		Arbóreo
Areaceae																									
<i>Bactris gasipaes</i>																						1.2	2.5		Arbóreo
<i>Cocos nucifera</i>	1.2																								Arbóreo
<i>Elaeis guianensis</i>				1.8		1.5													1.2	1.3		1.3			Arbóreo

Família	Ms												Sx												Hábito
	2021				2022								2021				2022								
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
Melastomataceae																									
<i>Bellucia</i>			3.5	3.8		1.0	6.7			4.2		53.2	0.8	0.8	3.5				2.5						Arbóreo
<i>Clidemia hirta</i>														1.0		1.0			25.0						Arbusto
<i>Miconia</i>	17.5	5.2	48.7		27.7	1.0	8.8	6.2	3.0	52.5	7.0	2.0		2.5	2.5		6.0						66.7	2.5	Arbóreo
Myristicaceae																									
<i>Virola sebifera</i>																			1.5	2.5					
Myrtaceae																									
<i>Eugenia</i>											9.2			0.8											Arbóreo
<i>Eugenia stipitata</i>		9.2	5.0			7.5	12.5	5.0	17.0		9.2		1.3		8.0	3.5			2.5	6.2		8.8			Arbóreo
<i>Myrcia sylvatica</i>	21.7			3.8			9.2		5.0					1.0	1.2				2.8				2.5		Arbóreo
<i>Psidium guajava</i>	2.0				41.3	8.3		2.5				1.5	1.5			5.2			5.2	6.0	2.7	3.2			Arbóreo
<i>Psidium guineense</i>														0.8											Arbusto
<i>Syzygium jambos</i>																		1.0							Arbóreo
<i>Syzygium malaccense</i>			2.5						2.3								2.5	3.2		2.7					Arbóreo
Rhamaceae																									
<i>Gouania</i>																		1.3							Liana
Rubiaceae																									
<i>Borreria</i>				2.0		2.5		2.5					16.8	3.5	8.8	2.0	14.7	1.2	5.8				4.8		Herbáceo
Rutaceae																									
<i>Citrus</i>			1.3																2.5	1.2			3.2		Arbóreo

Família	Ms												Sx												Hábito
	2021						2022						2021						2022						
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
Sapindaceae																									
<i>Serjania</i>				2.3														1.8							Liana
<i>Talisia</i>			2.2				5.2								1.2		0.8	1.5							Arbóreo
Salicaceae																									
<i>Casearia javitensis</i>																	0.8		2.5		1.0				Arbusto
<i>Casearia sylvestris</i>																						1.7			Arbusto
Solanaceae																									
<i>Solanum paniculatum</i>			1.7					3.8	3.3	2.0	3.0	2.5			2.5		1.3		2.8		3.0	3.0	1.0		Arbusto
Urticaceae																									
<i>Cecropia discolor</i>								3.8	2.5					1.2	2.5	9.2	2.3	11.5		2.3			2.5		Arbóreo
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Número de tipos polínicos	9	8	13	10	7	12	10	10	12	8	8	10	17	18	15	16	9	15	16	16	12	12	10	11	
(H')	1.7	1.6	1.7	1.7	1.5	2.098	2.13	1.5	2.05	1.83	1.04	1.52	2	2.32	1.8	1.61	1.33	1.3	2.11	2.401	1.67	1.47	1.2	1.5	
(J')	0.8	0.8	0.68	0.74	0.77	0.844	0.92	0.65	0.83	0.67	0.5	0.66	0.7	0.8	1	0.59	0.6	0.5	0.76	0.866	0.67	0.59	0.52	0.63	

3.5. Frequência de tipos polínicos e hábito/ estratificação vertical

Os dados indicam que os tipos polínicos com maior frequência encontrados nas amostras mensais para as duas espécies de abelhas do estudo têm afinidade botânica com espécies que tipicamente têm hábitos arbóreo e arbustivos, mostrando que houve diferença significativa na frequência dos tipos polínicos e os estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo e liana) ($p < 0.001$).

Para *M. seminigra* 81,0% da frequência dos tipos polínicos tem afinidade botânica com o hábito arbóreo, 17,5% arbustivo, 1,3% herbáceo e 0,2% liana. Enquanto que para *S. xanthotricha* o hábito arbóreo 48,2%, arbustivo 39,7%, herbáceo 10,6% e liana 0,5% (Figura 4).

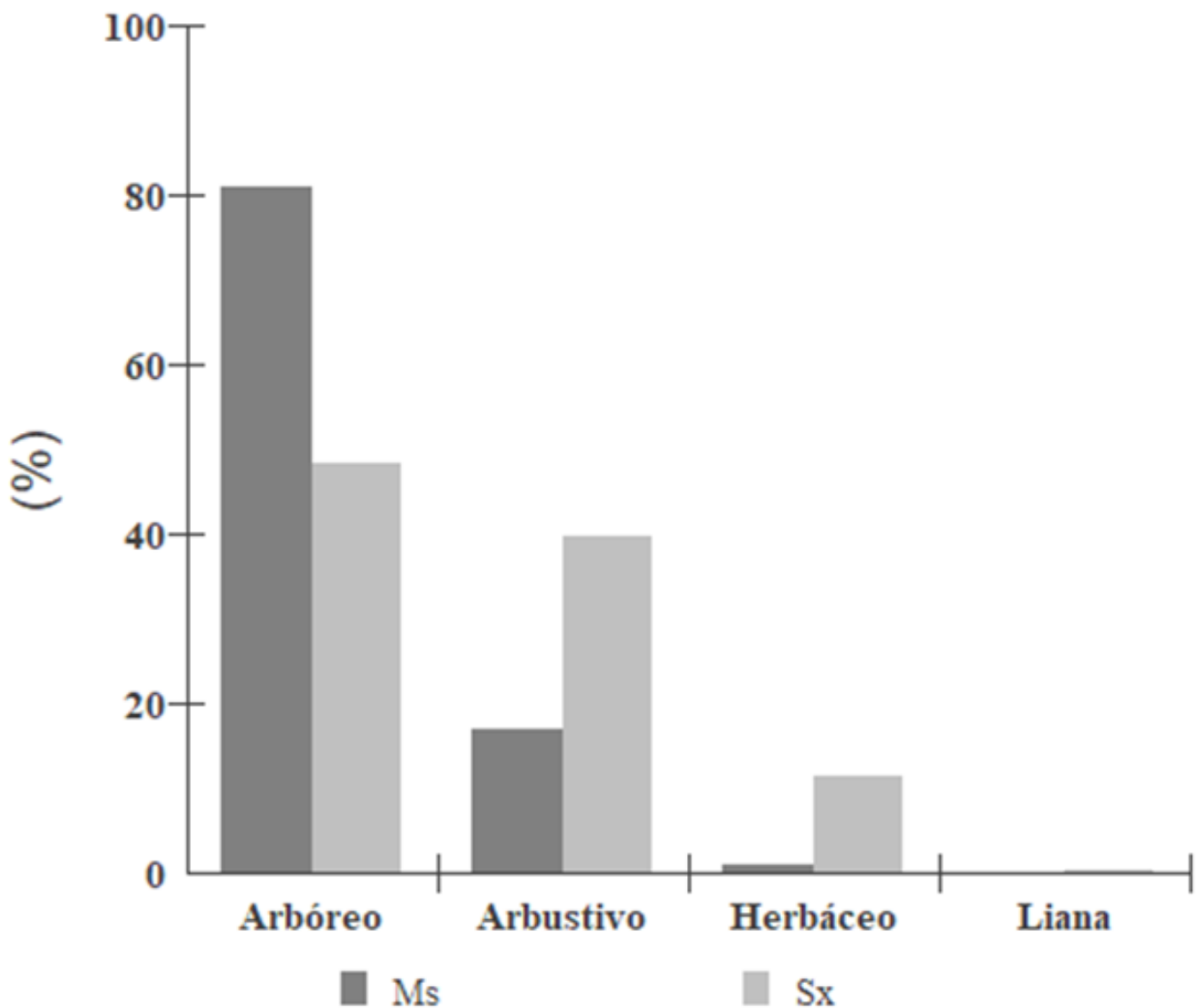


Figura 4. Relação do hábito das plantas e a frequência dos tipos polínicos (%) presentes nas amostras de pólen de *Melipona seminigra* (Ms) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Sx) no período de setembro de 2021 à agosto de 2022 em um meliponário urbano de Belterra, baixo Amazonas, Pará, Brasil.

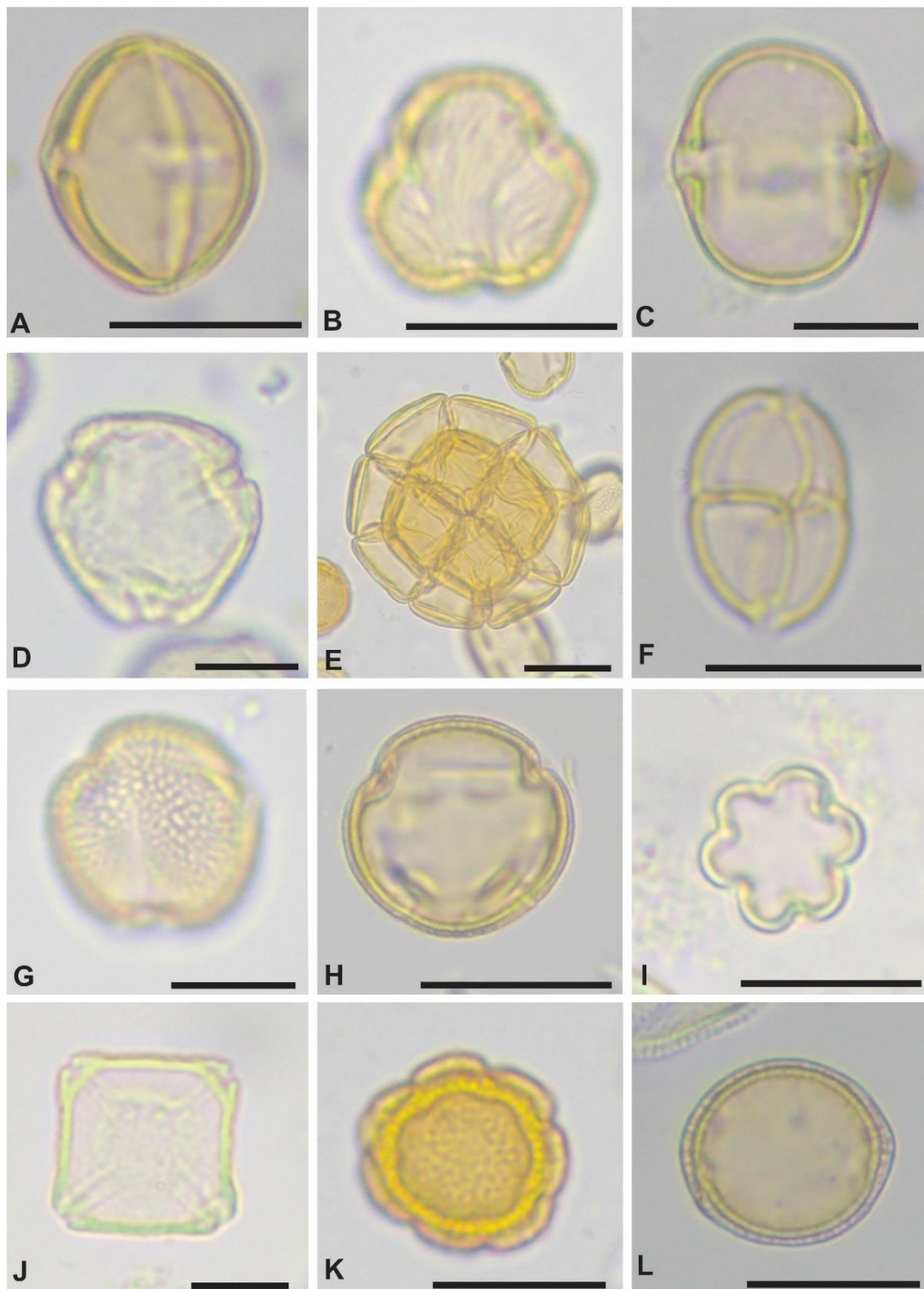


Figura 5. Fotomicrografias dos tipos polínicos mais representativos presentes nos potes de pólen coletados por para *Melipona seminigra* e *Scaptotrigona xanthotricha* no período de setembro de 2021 a agosto de 2022 em um meliponário urbano de Belterra, baixo Amazonas, Pará, Brasil. Anacardiaceae, *Tapirira guianensis* (A, B); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (C); Euphorbiaceae, *Alchornea* tipo (D); Fabaceae, *Inga* tipo (E), *Mimosa* tipo (F); Hypericaceae, *Vismia guianensis* (G); Malphigiaceae, *Byrsonima* tipo (H); Melastomataceae, *Miconia* tipo (I), Myrtaceae, *Psidium guajava* (J); Rubiaceae, *Borreria* tipo (K, L); Escala 10 μ m.

4. Discussão

Os valores encontrados para a diversidade (H') indicaram que *M. seminigra* apresentou menores valores ao longo do ano em relação à espécie *S. xanthotricha*. A análise de equitabilidade (J') mostrou que *S. xanthotricha* utilizou maior nicho polínico e o uso dos diferentes tipos polínicos foi mais homogêneo, indicando que essa espécie pode ser considerada mais generalista no uso dos recursos. Enquanto que *M. seminigra* apresentou extensão de nicho polínico com maiores diferenças, quanto à riqueza e abundância dos tipos polínicos utilizados, podendo ser considerada especialista na coleta dos recursos polínicos quando comparada com *S. xanthotricha*. *M. seminigra* mostrou grande preferência por poucos tipos polínicos ao longo do ano.

As abelhas consideradas menos especializadas em termos de organização e comunicação, como as do gênero *Scaptotrigona*, tendem a se dispersar ao procurar alimento nas flores e visitar plantas que geralmente não são utilizadas por abelhas mais especializadas como as do gênero *Melipona* Illiger, 1806 (Marques-Souza 2010). *S. xanthotricha* neste estudo pode ser considerada generalista no uso dos recursos polínicos quando comparada *M. seminigra*.

Neste estudo, associamos o pólen das famílias Fabaceae, Hypericaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae e Anacardiaceae para ambas as espécies de abelhas, pois existe a ampla ocorrência e abundância desses tipos polínicos, tanto na área de floresta secundária como presentes nos potes de pólen. A amplitude do espectro polínico, dado pelo índice de diversidade (H'), indicou que o espectro de *S. xanthotricha* apresentou maiores valores ao longo do ano quando comparado a *M. seminigra*. A diversidade H' apresentou diferenças significativas entre os espectros polínicos das duas espécies de abelhas ($p < 0,05$).

M. seminigra e *S. xanthotricha* exploram grande número de recursos polínicos pertencentes a diversas famílias botânicas, sendo consideradas amplamente generalistas, em função da necessidade de manutenção da sua prole (Ramalho et al. 2007). No entanto, quando comparando os recursos coletados por abelhas *M. Seminigra* com abelha *S. Xanthotricha*, nesse estudo, seus diferentes tamanhos corporais e demandas para diferentes recursos devem ser considerados. Isso, pode determinar um grau de generalização de uma colônia em relação a outra em diferentes espécies (Kajobe 2006; 2007; Ramalho et al. 2007), e dependendo da disponibilidade de alimento, essas abelhas podem se comportar como generalistas ou especialistas (Roubik & Moreno 2000). Além disso, Swihart et al. (2003) sugerem que as espécies generalistas são mais propensas a atender suas demandas e necessidades em diferentes habitats. Em contrapartida, espécies especializadas dependem de menos fontes para atender suas e demandas energéticas, garantindo sua sobrevivência em um restrito número de habitats (Quinn et al. 1998).

Com relação ao tamanho do corpo, podemos notar que ele tem pouca influência na riqueza de tipos polínicos coletados, pois estudos com recursos polínicos na Amazônia brasileira revelaram que espécies de abelha sem ferrão com menor tamanho, como algumas Trigonas: *Tetragonisca angustula* (Novais et al. 2013); *Scaptotrigona filvicutis* (Marques-Souza et al. 2007); *Frieseomellita*

varia (Marques- Souza 2010) e mais recentemente *Tetragonisca weirauchi* (Ferreira et al. 2023), apresentam grande diversidade na coleta dos recursos quando comparado com abelhas de tamanho maiores como é o caso das abelhas do gênero *Melipona*, destacado em estudos com *M. seminigra merrillae* e *M. interrupta* (Ferreira & Absy 2015; 2017 a; 2017b) e em estudos comparativo entre os gêneros *Melipona* e *Frieseomellita* (Ferreira et al. 2021).

Essa relação corrobora com dados encontrados por Rezende et al. (2018) para *Scaptotrigona* sp., que apresenta menor tamanho corporal e coletando 43 tipos polínicos, e *M. seminigra*, que coletou 34 tipos polínicos. Ainda assim, em Ferreira et al. (2023), destacam que a diversidade de coleta polínica, além de estar relacionada com disponibilidade e abundância de recursos polínicos no local, já do ponto de vista da abelha, a necessidade e quantidade de indivíduo na colmeia se torna mais determinante do que o tamanho do corpo, salvo em caso extremos, como o gênero *Plebeia*, em que as abelhas são consideravelmente menores e com poucos indivíduos na colmeia (Ferreira et al. 2021).

Corroborando estudos anteriores, realizados com abelhas do gênero *Melipona*, nesse estudo foi verificado a estreita relação com plantas poliníferas, principalmente *Miconia* tipo, apontado aqui como um dos principais recursos coletados por *M. seminigra*. Tal fato corresponde ao verificado em diversos estudos para região Amazônica, os quais demonstram uma forte relação entre abelhas desse gênero e a família Melastomataceae (Ferreira & Absy 2015; 2017b; Rezende et al. 2020; 2021; Souza et al. 2020; Ferreira et al. 2021; Pimentel 2021; 2023).

Essa relação entre abelhas do gênero *Melipona* com plantas que possuem anteras poricidas pode ser parcialmente explicado pelo processo de coevolução, no qual abelhas desse gênero são capazes de extrair o pólen de anteras poricidas através da vibração da musculatura no voo, conhecido como "*Buzz polination*" (Buchmann 1983).

Para *S. xanthotricha*, as famílias Hypericaceae, Malpighiaceae e Fabaceae foram particularmente importantes, pois apresentavam altas proporções desses tipos polínicos. Para esse gênero de abelha, Marques-Souza et al. (2007), estudando o nicho polínico de *Scaptotrigona fulvicutis* na Amazonia Central, também destaca sua alta diversidade, principalmente com tipos polínicos da família Fabaceae. E corroborando os dados desse estudo para essa abelha, ao estudar o pólen de abelhas sem ferrão em um fragmento florestal urbano, Oliveira et al. (2011), também verificaram a importância dessas famílias, as quais foram representadas pelos tipos *Vismia guianensis*, *Byrsonima* tipo e *Mimosa* tipo nas amostras analisadas, sendo também os tipos polínicos significativos em seu estudo.

Espécies de plantas do gênero *Vismia*, popularmente conhecidas na região como lacre, têm sido consideradas indicadoras de áreas alteradas, são frequentemente pioneiras nos processos sucessionais de florestas secundárias, dominando extensas áreas (Vogel-Ely et al. 2018; Martins et al. 2018).

Os tipos polínicos que apresentaram frequência abaixo de 10% (menos atrativos) para as duas espécies de abelhas estudadas podem atuar como recursos complementares e se tornarem importantes

para manter as colônias por períodos limitados quando a oferta dos principais recursos estiver sujeita a variações sazonais (Ramalho et al. 1985; Ferreira & Absy 2017b).

Em relação à sazonalidade dos recursos, Ferreira et al. (2010), em estudo com *Scaptotrigona depilis*, sugerem que os efeitos dos fatores ambientais são mais perceptíveis regulando períodos de floração. Oliveira et al. (2011) observaram para a região amazônica que as chuvas promovem uma maior diversificação de tipos polínicos por causa da baixa floração.

A alta proporção de tipos de polínicos coletados por ambos as abelhas no presente estudo revela diferenças entre elas quanto à preferência por determinados recursos, essas abelhas se comportam de maneira diferente no mesmo ambiente. A preferência pelos recursos polínicos (presença e proporção) aqui identificados, nos permitiu verificar a diferença no nicho trófico dessas abelhas, resultando em dois grupos distintos de tipos polínicos utilizados: um composto de *M. semigra* e o outro formado por *S. xanthotricha*. Essa formação pode indicar aspectos evolutivos fortemente relacionado a preferência por recursos tróficos, já que o mesmo foi verificado em amostras de potes de pólen para as mesmas abelhas em localidades semelhantes (Rezende et al. 2021). Abelhas do gênero *Melipona* tendem a apresentar altas taxas de sobreposição (Ferreira e Absy; 2015; 2017a). Rezende et al. (2021), sugerem que o agrupamento entre espécies de *Melipona* são condicionados por fortes interações, principalmente devido à alta frequências de grãos de pólen para uma espécie botânica (especializações) como é o caso *Miconia* tipo (Meslatomataceae). Por outro lado, o grupo formado para a abelha *S. xanthotricha* era condicionado por ampla preferência de recursos, destacando a alta diversidade de tipos polínicos e a alta porcentagens de certos tipos polínicos, como: *Vismia guianensis* (Hypericaceae) e *Byrsonima* tipo (Malpighiaceae).

Outro fator que pode influenciar na coleta de recursos por parte das abelhas é o hábito das plantas, uma vez que, as espécies arbóreas e arbustivas são mais intensamente e frequentemente visitadas, como verificado por Velthuis (1997), onde abelhas do gênero *Scaptotrigona* e *Melipona* foram mais frequentemente encontradas nas árvores mais altas. Oliveira et al. (2011) em um estudo sobre recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão em uma área urbana no Amazonas encontraram que o hábito arbóreo foi o mais utilizado pelas abelhas (68%) seguidos de ervas (10,9%), arbustos (9,5%), palmeiras (9,5%) e lianas (1,3%).

5. Considerações finais

A espécie *M. seminigra* apresentou extensão de nicho polínico menor comparado com *S. xanthotricha*, com diferenças quanto à riqueza e abundância dos tipos polínicos utilizados. *M. seminigra* quanto ao uso dos recursos polínicos foi considerada mais especialista, mostrando maior preferência por poucos tipos polínicos. Os tipos polínicos muito frequentes para *M. seminigra* foram: *Miconia* tipo e *Bellucia* tipo (Melastomataceae). Enquanto que *S. xanthotricha* deteve maior nicho polínico e coletou de forma mais homogênea os diferentes tipos polínicos, indicando que essa espécie pode ser considerada mais generalista no uso dos recursos.

Isso destaca a importância das espécies de plantas que florescem em diferentes épocas do ano para esta espécie de abelha. Apesar do elevado número de tipos polínicos encontrados nos potes de pólen, apenas as seguintes espécies foram exploradas intensamente: *Vismia guianensis*, *Miconia*, *Byrsonima* tipo, *Protium heptaphyllum*, *Eugenia stiptata* e *Tapirira guianensis*.

O hábito das plantas achados neste estudo revelou que as espécies arbóreas e arbustivas foram frequentemente visitadas pelas abelhas do estudo. Com base nesses resultados, podemos verificar a importância de um grande número de plantas que fornece recursos tróficos para abelhas mantidas no mesmo local, alguns dos quais são considerados aqui como espécies chaves para a manutenção dessas abelhas e na composição da pastagem de meliponícola, como: *Byrsonima* tipo, *Miconia* tipo, *Mimosa pudica*, *Protium heptaphyllum* e *Vismia guianensis*.

Enfatizamos a necessidade de estudos futuros investigando a coexistência de várias espécies de abelhas nativas sendo criadas na mesma área, pois várias espécies ocorrem juntos nesta região. Portanto, podemos hipotetizar que a pressão antrópica na área do estudo sobre as abelhas pode influenciar diretamente no uso dos recursos alimentares, dada a crescente supressão da vegetação resultante da expansão de áreas urbanas.

6. Referências

- Absy ML, Bezerra EB, Kerr WE. 1980. Plantas nectaríferas utilizadas por duas espécies de *Melipona* da Amazônia. *Acta Amazonica* 10:271–281.
- Absy ML, Kerr WE. 1977. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae* em Manaus. *Acta Amazonica* 7:309–315.
- Absy ML, Rech AR, Ferreira MG. 2018. Pollen collected by stingless bees: a contribution to Understanding Amazonian biodiversity. In: Vit P, Pedro SRM, Roubik D, editors. *Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology*. 1st ed. Berlin (GER): Springer International Publishing; p. 29–46.
- Ayres M, Ayres Júnior M, Ayres DL, Santos AA. 2007. *Bioestat Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Belém, Ong Mamirauá.
- Bosch J, Martín Gonzalez, AM, Rodrigo A, Navarro D. 2009. Plant-pollinator networks: Adding the pollinator's perspective. *Ecology Letters*, 12(5), 409–419.

- Buchmann SL. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In: Handbook of experimental pollination biology. New York: Van Nostrand Reinhold Company; p. 73–113.
- Cardinal S, Bryan N, Danforth BN. 2013. Bees diversified in the age of eudicots. *Proceedings of the Royal Society*, 280: 20122686.
- Carreira LM, Silva MF, Lopes JRC, Nascimento LAS. 1996. Catálogo de Pólen das Leguminosas da Amazônia Brasileira. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.
- De Klerk P, Joosten H. 2007. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and Scientific freedom. *Journal of Quaternary Science* 56:162–171.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method: a revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54:561–564.
- Ferreira MG, Absy ML 2017a. Pollen analysis of honeys of and (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. *Grana* 63:1–14.
- Ferreira MG, Absy ML 2017b. Pollen niche of *Melipona (Melikerria) interrupta* (Apidae: Meliponini) bred in a meliponary in a terra-firme forest in the central Amazon. *Palynology* 42:1–11.
- Ferreira MG, Absy ML. 2013. Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. *Acta Botanica Brasiliensis* 27:709–713.
- Ferreira MG, Absy ML. 2015. Pollen niche and trophic interactions between colonies of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Apidae: Meliponini) reared in floodplains in the Central Amazon. *Arthropod-Plant Interactions* 9:263–279.
- Ferreira MG, Absy ML, Rezende ACC. 2021. Pollen collected and trophic interactions between stingless bees of the genera, and (Apidae: Meliponini) raised in Central Amazon. *Journal of Apicultural Research* 60: 1-13.
- Ferreira MG, Manente-Balestieri FCD, Balestieri JBP. 2010. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54:258–262.
- Furtado-Neto AT, Moura, JMS, Silva R, Oliveira-Junior RC, Gatti LV, Röckmann T. 2019. Produção e Fluxo de Metano na Floresta Nacional do Tapajós. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos 34: 585-596.
- Giannini TC, Alves DA, Alves R, Cordeiro GD, Campbell AJ, Awade M, Imperatriz-Fonseca, V. L. 2020. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. *Apidologie*, 51, 406-421.
- Joosten H, De Klerk P. 2002. What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 122:29–45.
- Kajobe R. 2006. Pollen foraging by *Apis mellifera* and stingless bees *Meliponula bocandei* and *Meliponula nebulata* in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *African Journal of Ecology* 45:265–274.
- Kajobe R. 2007. Nesting biology of equatorial Afrotropical stingless bees (Apidae: Meliponini) in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *Journal of Apicultural Research Bee World* 46:245–255.

- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.
- Kisser J. 1935. Bemerkungen zum Einschluss in glycerin gelatine. *Z Wiss Mikr* 51:372–374
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. (2022). Banco de Dados Meteorológicos para o ensino Pesquisa. (online) <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index> (acessado em 10 de abril de 2018).
- Jones GD, Bryant VM Jr. 1996. Melissopalynology. In: Jansonius J, McGregor DC, editors. *Palynology: principles and applications*. Dallas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 3, 933–938.
- Joosten H, De Klerk P. 2002. What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 122:29–45.
- Marques LJP, Muniz FH, Lopes GS, Silva JM. 2011. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. *Acta Botanica Brasilica* 25:141–149.
- Marques-Souza AC, Absy ML, Kerr WE. 2007. Pollen harvest features of the Central Amazonian bee *Scaptotrigona fulvicutis* Moure 1964 (Apidae: Meliponinae), in Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 21:11.
- Marques-Souza AC. 1996. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. *Acta amazônica* 6:77–86.
- Marques-Souza AC. 2010. Ocorrência do pólen de *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae) nas coletas de *Frieseomelitta varia* Lepageletier 1836 (Apidae: Meliponinae) em uma área de Manaus, AM, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24:558–566.
- Martins MV, Shimizu GH, Bittrich V. 2018. Flora da Reserva Ducke, Estado do Amazonas, Brasil: Hypericaceae. *Hoehnea* 45: 361-371.
- Michener CD. 2007. *The Bees of the World*. 2nd Ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 953 pp.
- Nogueira-Neto P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. 1ª. ed. Nogueirapis, São Paulo. 445p.
- Novais JS, Absy ML. 2013. Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Pará, Brazil. *Palynology* 37:1–13.
- Novais JS, Absy ML. 2015. Melissopalynological records of honeys from *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) in the Lower Amazon, Brazil: pollen spectra and concentration. *Journal of Apicultural Research* 54:1–19.
- Olesen J, Bascompte J, Dupont Y, Elberling H, Rasmussen C, Jordano P. 2011. Missing and forbidden links in mutualistic networks. *Proceedings. Biological Sciences*, 278(1706).
- Oliveira FPM, Absy ML, Miranda IS. 2009. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus - Amazonas. *Acta Amazonica* 39:505–518.

- Pedro, SRM. 2014. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, 61(4), 348–354.
- Pielou EC. 1977. *Mathematical ecology*. New York (NY): John Wiley & Sons
- Peralta FJA. 1999. *Preservação e exploração de abelhas melíferas sem ferrão (Apidae: Meliponini) da Amazônia Central brasileira (144 p.)*
- Pimentel ADA, Holanda VRA, Krug C, Miranda IS. 2023. A review of pollen types foraged by *Melipona* in the Brazilian Amazon. *Palynology*, 102: 1-10.
- Pimentel ADA, Absy ML, Rech AR, Holanda VRA. 2021. Polliniferous flora foraged by *Melipona* bees along the Rio Negro in the Brazilian Amazon. *Grana*, 60: 385-397.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert-Giovannini A. 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae- Meliponinae). *Apidologie* 16:307–330.
- Ramalho M, Silva MD, Carvalho CAL. 2007. Dinâmica de uso de fontes de polén por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36:38–45
- Rasmussen C, Cameron SA. 2007. Amolecular phylogeny of the Old World stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and the non-monophyly of the large genus *Trigona*. *Systematic Entomology*, 32:26-39.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG, Marinho HA, Santos AO. 2018. Pollen of honey from *Melipona seminigra merrillae* Cockerell, 1919, *Scaptotrigona nigrohirta* Moure, 1968 and *Scaptotrigona* sp. Moure, 1942 (Apidae: Meliponini) reared in Sataré Mawé indigenous communities, Amazon, Brazil, *Palynology* 1–14.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG. 2021. Pollen niche of *Melipona dubia*, *Melipona seminigra* and *Scaptotrigona* sp. (Apidae: Meliponini) kept in indigenous communities of the Sateré Mawé Tribe, Amazonas, Brazil. *Journal of Apicultural Research*. 60: 1-17. doi:10.1080/00218839.2020.1861755.
- Roubik DW, Moreno JE. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 36: 1-300.
- Roubik DW. 1992. Loose niches in tropical communities: why are there so few bees and so many trees? In: Hunter MD, Ohgushi T, Price PW. eds. *Effects of resource distribution on animalplant interactions*. San Diego: Academic Press, pp.327-354.
- Roubik DW, Moreno JE. 2000. Pollen specialization and generalization by stingless bees (Apidae: Meliponini). In: International Bee Research Association editors. *Proceedings of the Sixth International Conference on Apiculture in Tropical Climates; 1996 Aug 13–19; Costa Rica: Cardiff*.
- Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR., Novais JS. 2021. Palynoflora exploited by *Friseomelitta longipes* (Smith, 1854) (Apinae: Meliponini) in protected areas from the Brazilian Amazon basin. *Journal of Apicultural Research*, 60:1-16.

- Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR, Novais JS. 2020. Resources collected by two *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) species based on pollen spectrum of honeys from the Amazon basin. *Sociobiology*. 67:268-280.
- Quinn RM, Caston KJ, Roy DB. 1998. Coincidence in the distributions of butterflies and their food plants. *Ecography* 21:279–288.
- Salgado-Laboriau, ML. 1973. Contribuição à palinologia dos Cerrados, Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, p. 291.
- Shannon CE, Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois (IL): University of Illinois Press.
- Stawiarz E, Wroblewska A. 2010. Melissopalynological analysis of multifloral honey from Sandomierska upland and Poland. *Journal of Apicultural Science* 54:65–75.
- Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV. 2004. Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do meio ambiente/ Universidade Federal de Pernambuco, 382 p.
- Thorp RW. 2000. The collection of pollen by bees. *Plant Systematic and Evolution*, 222:211-223.
- Velthuis, H. W. *Biologia das abelhas sem ferrão*. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 1997. 33 p.
- Vergeron P. 1964. Interpretation statistique des resultats en matiere d'analyses pollinique des miels. *Anne Abeille* 7:349–364
- Vianna M.R, Luz CFP, Kleinert AMP. 2014. Interaction networks in a Brazilian cerrado: what changes when you add palynological information to floral visitor data? *Apidologie*, 45, 418–430.
- Vogel-Ely EC, Shimizu GH, Martins MV, Marinho LC. 2018. Hypericaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/florado-Brasil/FB8011>). Acesso em: 19/04/2019.

CONCLUSÃO GERAL

O estudo evidenciou a importância das abelhas como visitantes e potenciais polinizadores, e mostrou ser possível a obtenção de dados interessantes para a melhor compreensão da dinâmica das comunidades vegetais em questão, a partir do conhecimento de sua composição florística, dos recursos florais disponíveis e dos sistemas de polinização associados nos diferentes ambientes urbanos.

A hipótese deste estudo previa que espécies diferentes de abelhas nativas criadas no mesmo local tendem a coletar os mesmos recursos tróficos, apresentando assim uma coleta equivalente nos diferentes estratos e uma alta sobreposição de nicho. Neste estudo as espécies de abelhas apresentaram diferentes extensão de nicho polínico, enquanto *S. xanthotricha* se mostrou ser mais generalista nas coletas de tipos polínicos, *M. seminigra* mostrou mais especialista com maior preferência por poucos tipos polínicos.

O hábito das plantas deste estudo revelou que as espécies arbóreas e arbustivas foram frequentemente visitadas pelas abelhas do estudo. Com base nesses resultados, podemos verificar a importância de um grande número de plantas que fornece recursos tróficos para abelhas mantidas no mesmo local, alguns dos quais são considerados aqui como espécies chaves para a manutenção dessas abelhas e na composição da pastagem de meliponícola, como: *Byrsonima* tipo, *Miconia* tipo, *Mimosa pudica*, *Protium heptaphyllum* e *Vismia guianensis*

Enfatizamos a necessidade de estudos futuros investigando a coexistência de dessas espécies com outras abelhas nativas na área de estudo, pois várias espécies ocorrem juntos nesta região. Portanto, podemos hipotetizar que a pressão antrópica na área do estudo sobre as abelhas pode influenciar diretamente no uso dos recursos alimentares, dada a crescente supressão da vegetação resultante da expansão de áreas urbanas.

ANEXOS

Anexo 1 – Capítulo 1

Table 1. List of families, genera and botanical species recorded in different size classes in two beekeeping areas in the municipality of Belterra, Pará, Brazil.

Ecological groups (**GE**): P – pioneers; Si – initial secondary; St – late secondary; and Ind – undetermined; Dispersion syndromes (**SD**): aut – autochoric; anemochoric; and zoo-zoochoric; (**SinPol**) Pollination systems; Cant: cantharophilous, Ent: Entomophilous, Hon: mellitophilous, Myo: myophilous, Orni: ornithophilous, Psic: psicophilous, Chir: chiropterophilous.

Botanical family	Species	Popular name	Origin	GE	SD	SinPol	Source
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tatapiririca	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	1
Annonaceae	<i>Fusaea longifolia</i> (Aubl.) Saff.	Envira-biribá	Native	SI	Zoo.	Cant	2
	<i>Duguetia cadaverica</i> Huber	Envira	Native	ST	Zoo.	Cant	3
	<i>Rollinia exsucca</i> (DC.) A.DC.	Envira	Native	SI	Zoo.	Cant	3
	<i>Xylopia nitida</i> Dunal.	Envira	Native	SI	Zoo.	Cant	3
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangabeira	Native	Pioneer	Zoo.	Psic	4
	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	Sucuuba	Native	Pioneer	Ane.	Hon	5
	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Lírio	Native	SI	Ane.	Psic	6
	<i>Tabernaemontana divaricata</i> (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Jasmim-café	Native	SI	Ane.	Hon	6
Aquifoliaceae	<i>Ilex guayusa</i> Loes	Azevinho	Native	SI	Zoo.	Hon	7
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Morototó	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	8
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí	Native	SI	Zoo.	Hon	9
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Parapará	Native	Pioneer	Ane.	Hon	10
	<i>Pleonotoma jasminifolia</i> (Kunth) Miers	Cipó-quira	Native	Climax	Zoo.	Hon	11
	<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandwith	Planta-formiga	Native	ST	Ane.	Hon	12
Bixaceae	<i>Bixa arborea</i> Huber	Urucu da mata	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	13
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Baba de boi	Native	SI	Zoo.	Hon	14
	<i>Cordia hirta</i> I.M.Johnst.	Freijó	Native	SI	Zoo.	Hon	14
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	Native	Pioneer	Zoo.	Cant	15

Botanical family	Species	Popular name	Origin	GE	SD	SinPol	Source
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	Cariperana	Native	ST	Zoo.	Psic	16
	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Cariperana	Native	ST	Zoo.	Psic	16
Coulaceae	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	Acariquara	Native	ST	Zoo.	Hon	6
Cucurbitaceae	<i>Gurania bignoniacea</i> (Poepp. & Endl.) C.Jeffrey	Pepino-do-mato	Native	SI	Zoo.	Psic	17
	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	Cipó	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	6
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus glomeratus</i> Eichler	Cipó	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	18
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Pirula-vermelha	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	19
Euphorbiaceae	<i>Mabea angustifolia</i> Spruce ex Benth.	Taquari	Native	Pioneer	Aut.	Chir	20
	<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M. Johnst.	Guaça	Native	ST	Aut.	Hon	21
Fabaceae	<i>Andira anthelminthica</i> (Vell.) Benth.	Angelim-verme- lho	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	22
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Jacarandá	Native	ST	Ane.	Hon	23
	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff.	Sucupira	Native	ST	Ane.	Hon	24
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Cumarú	Native	ST	Zoo.	Hon	25
	<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Ingá	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	26
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Ingá-xixica	Native	SI	Zoo.	Hon	27
	<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	Native	ST	Zoo.	Hon	27
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá-roceiro	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	27
	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá-banana	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	27
	<i>Lecointea amazonica</i> Ducke	Paracaúba chei- rosa	Native	ST	Zoo.	Hon	27
	<i>Phanera splendens</i> (Kunth) Vaz <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Escada-de-jabuti	Native	SI	Ane.	Hon	27
	<i>Tachigali vulgaris</i> L.G. Silva & H.C.Lim	Paricá	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	28
		Taxi-branco	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	29
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Lacre	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	30
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Lacre	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	30
	<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	Lacre	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	30
	<i>Vismia gracilis</i> Hieron.	Lacre	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	6
Lacistemaceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	-	Native	Pioneer	Zoo.	Ent	31

Botanical family	Species	Popular name	Origin	GE	SD	SinPol	Source
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueira	Native	SI	Zoo.	Hon	32
Lecythidaceae	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	Sapucaíú	Native	ST	Zoo.	Hon	33
Malpighiaceae	<i>Byrsonima arborea</i>	Muruci-da-mata	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	13
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Muruci	Native	SI	Zoo.	Hon	34
Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum. in Mart.	Cupuaçu	Native	SI	Zoo.	Hon	35
	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	Cacau-da-mata	Native	SI	Zoo.	Hon	36
Maranthaceae	<i>Ischnosiphon gracilis</i> (Rudge) Körn.	Guarimã	Native	Climax	Zoo.	Hon	37
Melastomataceae	<i>Miconia egensis</i> Cogn.	Tinteiro	Native	SI	Zoo.	Hon	38
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Tinteiro	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	38
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Pixirica	Native	SI	Zoo.	Hon	38
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	Native	Climax	Aut.	Hon	39
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Andirobarana	Native	ST	Zoo.	Hon	40
	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Andirobarana	Native	ST	Zoo.	Hon	40
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Cachuá-de- ore-lha	Native	ST	Zoo.	Hon	41
	<i>Trichilia</i> sp.	Catiguá	Native	Climax	Zoo.	Hon	41
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Oiti	Native	Pioneer	Zoo.	No ident.	42
	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	Apê	Native	ST	Zoo.	Ane	43
	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Oiti	Native	Pioneer	Zoo.	No ident.	44
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Ucuúba	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	45
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Guamirim-miudo	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	46
	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	Murtinha	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	47
	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Goiabarana	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	48
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	Sapateiro	Native	Pioneer	Zoo.	Orni/Hon	49
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus myrtifolius</i> (Wight) Mull. Arg.	Quebra-pedra	Native	SI	Aut.	No ident.	50
Rhamnaceae	<i>Gouania colurnifolia</i> Reissek	Cipó de lava-deira	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	51
Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Caferana grande	Native	ST	Zoo.	Orni	52
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-porca	Native	Pioneer	Zoo.	Ent	53

Botanical family	Species	Popular name	Origin	GE	SD	SinPol	Source
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro-do-mato	Native	SI	Zoo.	Myo	6
	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Canela-de-velho	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	6
	<i>Banara arguta</i> Briq.	Sardinheira	Native	Pioneer	Zoo.	No ident.	54
	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Cavaqueiro	Native	Pioneer	Zoo.	No ident.	54
Sapindaceae	<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk	Pitomba	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	55
	<i>Talisia angustifolia</i> Radlk	Pitomba-da-mata	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	56
	<i>Talisia carinata</i> Radlk.	Olho-de-boi	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	57
	<i>Talisia mollis</i> Kunth ex Cambess.	Pitomba	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	57
Sapotaceae	<i>Muriea</i> sp.	Maparajuba	Native	ST	Zoo.	No ident.	58
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	Capitú	Native	SI	Zoo.	Myo	59
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Capitú	Native	Climax	Zoo.	Myo	59
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schtdl.	Fruta-do-sabiá	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	60
	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Dama-da-noite	Cultivated	Pioneer	Zoo.	Hon	6
	<i>Solanum argenteum</i> Blanchet ex Dunal	Jurubeba	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	6
	<i>Solanum umbellatum</i> Mill.	Maria-pretinha	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	6
	<i>Solanum villosum</i> Mill.	Laranjinha do Mato	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	61
	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba verdadeira	Native	SI	Zoo.	Hon	62
Urticaceae	<i>Cecropia discolor</i> Cuatrec.	Embaúba	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	63
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Embaúba	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	63
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Mapatirina	Native	Pioneer	Zoo.	Hon	63

Source: 1- Fernandes *et al.* (2012), 2- Galastri (2008), 3- Rech (2014), 4- Schindwein (2012), 5- De Menezes *et al.* (2021), 6- Giannini *et al.* (2019), 7- Rios *et al.* (2011), 8- Negrão *et al.* (2013), 9- Bezerra *et al.* (2020), 10- Maués (2007), 11- Rodrigues (2017), 12- Santos (2019), 13- RCPol, 14- Albuquerque (2020), 15- Martins & Gribel (2007), 16- De Oliveira (2019), 17- Corrêa *et al.* (2001), 18- Sampaio (2004), 19- Quevedo (2010), 20- Silva (2018), 21- Souza (2012), 22- Cavalcante (2011), 23- Resende (2011), 24- De Souza *et al.* (1999), 25- Maués *et al.* (1999), 26- Jacobsen (2012), 27- Cruz Neto (2007), 28- De Miranda (2001), 29- Monteiro & Ramalho (2010), 30- Reis *et al.* (2012), 31- Ludewigs *et al.* (1995), 32- Silva (2018), 33- Polatto (2020), 34- Lorenzi (2000), 35- Gurgel *et al.* (2016), 36- Cunha Júnior *et al.* (2020), 37- Lemos (2014b), 38- Leite & Machado (2007), 39- Furtado (2022), 40- Maués (2007), 41- Castro (2013), 42- Morellato (1996), 43- no ident., 44- Da silva (2007), 45- no ident., 46- Lenza & Oliveira (2012), 47- Maia- Silva *et al.* (2012), 48- Malerbo- Souza (2004), 49- Silva & Pinheiro (2007), 50- Rosa (2022), 51- no ident., 52- Bezerra *et al.* 2021, 53- Maia- Silva *et al.* (2012), 54- Castro (2013), 55- no ident., 56- Paoli & Bianconi (2008), 57- Kerr *et al.* (1996), 58- Kerr *et al.* (1996), 59- no ident., 60- Valemtini *et al.* (2010), 61- Verçoza *et al.* (2012), 62- Tavares (2004), 63- Forni-Martins *et al.* (1998).

Anexo 2: Capítulo 1

Bibliographic references (source) from table 1

- 1 Fernandes MM, Venturieri GC, Jardim MAG. 2012. Biologia, visitantes florais e potencial melífero de *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) na Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 55: 167-175. doi:dx/dor:h10x4322:ocax2012x058
- 2 Galastri N. 2008. Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de *Annona dioica* (A. St.-Hil.), *Duguetia furfuracea* (A. St.-Hil.) Saff. e *Xylopia emarginata* Mart. (Annonaceae). Tese de Doutorado. M. Sc. thesis. Institute of Biosciences, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brazil.
- 3 Rech AR, Junior Avila RS, Schlindwein C. 2014. Síndromes de polinização: especialização e generalização. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado, IC. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: p. 171-181.
- 4 Schlindwein C et al. 2012. Polinização da mangabeira (*Hancornia speciosa*). III Semana dos Polinizadores: palestras e resumos, p. 72.
- 5 De Menezes FACP et al. 2021. Efeito antifúngico sobre *Candida* pelo óleo essencial da flor de *Himantanthus obovatus* (Müell. Arg.) Woodson (Apocynaceae). *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, 4:72-78.
- 6 Giannini TC et al. 2019. A flora das Cangas de Carajás e suas síndromes de polinização sob diferentes cenários de mudanças climáticas– Belém, PA: ITV.
- 7 Rios MNS, Pastore Júnior F. (org.). *Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral*. 2011. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central. 3378 p., il. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/35458>.
- 8 Negrão EN, Dos Santos TF, Pantoja MV, Maués MM. 2013. Características sobre a biologia da polinização e dispersão de sementes de espécies prioritárias para o manejo florestal no estado do Pará. In: congresso nacional de botânica, 64.; encontro regional de botânicos MG, BA E ES, 2013, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SBB.
- 9 Bezerra LA et al. 2020. Pollen loads of flower visitors to açai palm (*Euterpe oleracea*) and implications for management of pollination services. *Neotropical Entomology*, 49: 482-490.
- 10 Maués MM. 2007. Sistemas de polinização no dossel de uma floresta ombrófila densa na Amazônia. In: Congresso de ecologia do Brasil, 8. Anais. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil.
- 11 Rodrigues QB. 2017. Características florais e suas síndromes de polinização associadas no sub-bosque de terra firme na floresta nacional de Tefé, Alvarães, AM.
- 12 Santos CM. 2019. Bordas florestais com trepadeiras hiper abundantes inseridas em matriz agrícola: estrutura, composição e manejo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

- 13 RCPol- Rede de catálogos polínicos online. 2021. Palinoecologia. <http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-br:acmella%20uliginosa>. 28 Apr 2022.
- 14 Albuquerque JL *et al.* 2020. Entomofauna visitante floral de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. em Alcântaras, Ceará. *Holos*, 4: 1-12.
- 15 Martins RL, Gribel R. 2007. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma Arbóreo emergente da Amazônia Central. *Brazilian Journal of Botany*, 30: 37-45.
- 16 De Oliveira JC. 2016. Caracterização fenológica foliar e reprodutiva de *Hirtella glandulosa* Spreng. (Chrysobalanaceae) e sua variação temporal em ambiente de mata ciliar na Chapada Diamantina, Bahia. *Anais dos Seminários de Iniciação Científica*, n. 20.
- 17 Corrêa CA, Irgang BE, Moreira GRP. 2001. Estrutura floral das angiospermas usadas por *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 71-84.
- 18 Sampaio PSP. 2004. Levantamento florístico das lianas de uma restinga na praia de Itaguapé, município de Bertoga, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 19 Quevedo CYC *et al.* 2010. Biología de la polinización de *Gaultheria rigida* Kunth (Ericaceae). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colômbia.
- 20 Silva CEP, Watanabe MS, Brito RM, Giannini TC. 2018. Sistemas de polinização nas Cangas de Carajás - Relatório final do projeto Biodiversidade e Mineração. Belém, ITV.
- 21 Souza ADM. 2012. Composição florística de um remanescente florestal de entorno da Lagoa do Sombrio, Passo de Torres SC. Monografia. Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC.
- 22 Cavalcante R. 2011. Plantas da Amazônia. 2ª ed. Rio Branco – AC. Editora do autor.
- 23 Resende LC, Ribeiro RA, Lovato MB. 2011. Diversity and genetic connectivity among populations of a threatened tree (*Dalbergia nigra*) in a recently fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Genetica*, 139: 1159-1168.
- 24 De Souza MS, Maués MM. 1999. Biologia floral de três espécies madeireiras nativas da Amazônia, com ênfase na morfologia floral e relação pólen/ovulo: Parapará (*Jacaranda copaia* Aubl.) cumaru (*Dipteryx odorata* Willd.) & sucupira-do-igapó (*Diploptropis martiusii* Benth.). In: Seminário de iniciação científica da Fcap. Belém. Resumos. Belém: FCAP: Embrapa Amazônia Oriental.
- 25 Maués MM, Macqueen DJ, Dos Santos LFC. 1999. Biologia da polinização do cumaru (*Dipteryx odorata* Willd. Leguminosae), essência florestal nativa da Amazônia. In: Simpósio Silvicultura na Amazônia oriental: Contribuições do Projeto Embrapa IDFID.
- 26 Jacobsen RHF *et al.* 2012. Estudo da população de dois gêneros de *Inga* em fragmento de floresta ombrófila aberta. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon*, 1: 74-78.

- 27 Cruz Neto O. 2007. Fenologia, biologia reprodutiva e eficiência dos visitantes florais de espécies simpátricas de *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) em remanescente de floresta atlântica no nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- 28 De Andrade MIP, Schatzmayr OMB, Noda H 1991. Teses e dissertações/thesis and dissertations. Acta Botânica Brasilica, 5: 89.
- 29 Monteiro D, Ramalho M. 2010. Abelhas generalistas (Meliponina) e o sucesso reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata Atlântica, BA. Neotropical Entomology, 39: 519-526.
- 30 Reis SM *et al.* 2012. Síndromes de polinização e dispersão de espécies lenhosas em um fragmento de Cerrado sentido restrito na transição Cerrado-Floresta Amazônica. Heringeriana, 6: 28-41.
- 31 Ludewigs T, Armstrong M, Fernandes ECM. 1995. Ocorrência e distribuição de *Vismia* spp. em capoeiras de terra firme na Amazônia Central. In: Congreso Latinoamericano de ecologia. Merida. Libro de resúmenes. Merida: Universidad de los Andes.
- 32 Gomes-Silva F, Alves M. 2020. Chrysobalanaceae in the East part of the Brazilian Northeastern. Rodriguésia 71. doi.org/10.1590/2175-7860202071105
- 33 Polatto LP. 2020. Reprodução de plantas em um ecótono floresta Atlântica-Cerradão: dependência de agentes polinizadores. Biodiversidade, 19: 17-27.
- 34 Lorenzi H. 1949- Arbóreas brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1/ Harri Lorenzi. 3. Ed. Nova Odessa, SP; Instituto Plantarum, 2000. 352 p.
- 35 Gurgel FL *et al.* 2016. O murucizeiro [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK]: avanços no conhecimento e ações de pré-melhoramento. Brasília, DF: Embrapa.
- 36 Cunha Júnior JB & Tavares LB. 2020. Fenologia do Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* [Willd. Ex. Spreng.] Schum.) em um sistema agroflorestal, submetido à diferentes lâminas de irrigação no município de Castanhal, Pa.
- 37 Lemos CQ. 2014. Abelha *Plebeia cf. flavocincta* como potencial polinizador do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- 38 Leite AV, Machado IC. 2007. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. Brazilian Journal of Botany, 30: 221-231.
- 39 Furtado ACS *et al.* 2022. Estudo taxonômico da flora de Melastomataceae e estruturas secretoras florais associadas à interação inseto-planta em *Miconia* ocorrentes no Parque Estadual do Utinga (PEUt). Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém.
- 40 Maués MM. 2007. Sistemas de polinização no dossel de uma floresta ombrófila densa na Amazônia. In: Congresso de ecologia do Brasil, 8. Anais. Sociedade de Ecologia do Brasil.
- 41 Castro ALR *et al.* 2013. Fenologia reprodutiva e biologia floral de *Guarea guidonia* (Meliaceae) na reserva biológica de Poço das Antas. RJ. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte.

- 42 Morellato PC 1996. Fenologia, razão sexual e distribuição espacial em espécies dióicas de *Trichilia* (Meliaceae). Theses, Botânica-Taxonomia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-São Paulo.
- 43 Unidentified
- 44 Silva WS. 2007. Sistemática filogenética dos gêneros neotropicais da tribo Dorstenieae: *Brosimum* Sw, *Helianthostylis* Baillon e *Trymatococcus* Poepp. & Endl. (Moraceae). Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas da Amazônia.
- 45 Unidentified
- 46 Lenza E, Oliveira PE. 2006. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 29: 443-451.
- 47 Maia-Silva C, Silva CI, Hrcir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL. 2012. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza.
- 48 Malerbo-Souza, Darclot T et al. 2004. Abelhas visitantes nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 26: 1-4.
- 49 Silva ALG, Pinheiro MCB. 2007. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). Acta Botanica Brasilica, 21: 235-247.
- 50 Rosa FHT. 2022. *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill. (Peraceae) e sua capacidade atrativa de aves generalistas: uma revisão bibliográfica analisando o seu potencial para a regeneração natural de áreas degradadas. TCC. UNESP
- 51 Unidentified
- 52 Bezerra LA. 2021. Biologia floral de uma liana nativa heterodicogâmica, *Gouania cornifolia* Reissek (Rhamnaceae), com potencial para regeneração natural na Amazônia brasileira (Doctoral dissertation, UFRA/Campus Belém).
- 53 Maia-Silva C, Silva CI, Hrcir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL. 2012. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza.
- 54 Castro MMN. 2013. Estrutura da comunidade de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes e variação temporal na dieta e nas redes de interações com plantas em um fragmento de floresta higrófila neotropical. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- 55 Unidentified
- 56 Paoli AAS, Bianconi A. 2008. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). Revista Brasileira de Sementes, 30: 146-155.
- 57 Keer WE, Absy ML, Souza ACM. 1986. Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae), no Maranhão. Acta Amazonica, 16: 145-156.
- 58 Keer WE, Absy ML, Souza ACM. 1986. Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae), no Maranhão. Acta Amazonica, 16: 145-156.

- 59 Unidentified
- 60 Valentini CMA, Rodriguez-Ortiz CE, Coelho MFB. 2010. *Siparuna guianensis* Aublet (negramina): uma revisão. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 12: 96-104.
- 61 Verçoza FC, Dias AR, Missagia CCC. 2012. Ecologia da polinização e potenciais dispersores da marianeira *Acnistus arborescens* (L.) Schltl. (Solanaceae) em área de Floresta Atlântica do Rio de Janeiro. *Natureza on line*, 10: 59-64.
- 62 Tavares PRA. 2014. Fenologia reprodutiva, biologia floral e abelhas visitantes em *Solanum lycocarpum* A. St. Hil. (Solanaceae). Dissertação de Mestrado. UFGD.
- 63 Forni-Martins ER, Marques MCM, Lemes MR. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. 1998. *Brazilian Journal of Botany*, 21: 117-124.

Anexo 1: Capítulo 2

Tabela da composição florística levantadas nos ambientes urbanos em Belterra

Tabela 1 – Composição florística das áreas urbanas no município de Belterra, PA. Origem: nt: (Nativa), (Não nativa): nnt. Hábito Av (arbóreo), Ab: (arbus-tivo), Hb: (herbáceo), Li: (liana). SIPP- (sistemas de polinização preponderantes), Cant: (cantarofilia), Ent: (Entomofilia), Fale: (Falenofilia), Meli: (melitofi-lia), Miof: (miofilia), Orni: (ornitofilia), Psic: (psicofilia), Qui: (Quiropterofilia). A1e A2 (ambiente rua), B1 e B2 (ambiente quintal) e C1 e C2 (ambiente floresta secundária).Fs (floresta secundária).

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
Acanthaceae	<i>Justicia brasiliana</i> Roth	nt	Hb	Orni	1	*	*		*		
	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth	nt	Hb	Meli	2				*		
	<i>Thunbergia erecta</i> (Benth.) T. Anderson	nnt	Ab	Orni	2	*					
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	nt	Hb	Meli	3	*				*	
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	nt	Hb	Meli	4	*				*	
	<i>Amarantus viridis</i> L.	nt	Hb	Meli	2	*				*	
	<i>Gomphrena globosa</i> L.	nt	Hb	Meli	5					*	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	nt	Av	Meli	6	*	*		*	*	
	<i>Mangífera indica</i> L.	nt	Av	Miof	7	*	*		*	*	
	<i>Spondias dulcis</i> L.	nt	Av	Meli	8	*	*		*		
	<i>Spondias mombin</i> L.	nt	Av	Meli	9	*	*		*		
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	nt	Av	Meli	10	*	*	*	*	*	*
Annonaceae	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	nt	Av	Orni	11	*	*				
	<i>Duguetia cadaverica</i> Huber	nt	Ab	Cant	12				*		
	<i>Fusaea longifolia</i> (Aubl.) Saff.	nt	Av	Cant	13				*		
	<i>Rollinia exsucca</i> (DC.) A.DC.	nt	Av	Cant	13	*			*		
Apocynaceae	<i>Xylopia nitida</i> Dunnal.	nt	Av	Cant	13				*		*
	<i>Allamanda cathartica</i> Schrad.	nt	Av	Meli	2	*	*		*		
	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	nnt	Av	Ento	14	*					
	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	nt	Av	Psic	15				*		
	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	nt	Av	Meli	16					*	*

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	nnt	Av	Fane	17	*					
	<i>Tabernaemontana divaricata</i> (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	nt	Av	Fane	18			*			
	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	nt	Av	Fane	18			*			*
	<i>Tabernaemontana undulata</i> Vahl	nt	Av	Fane	19			*			
Aquifoliaceae	<i>Ilex guayusa</i> Loes	nt	Hb	Meli	20			*			
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	nt	Av	Meli	21		*				*
	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth						*				
	<i>Cocos nucifera</i> L.	nt	Av	Meli	2	*	*		*		
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	nt	Av	Meli	23		*	*		*	*
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	nt	Av	Meli	24		*			*	
	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook	nnt	Av	Meli	2	*				*	
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	nt	Av	Meli	25		*				
	<i>Veitchia merrillii</i> (Becc.) H. E. Moore	nt	Av	Meli	26		*				
	<i>Emilia coccinea</i> (Sims) Sweet	nnt	Hb	Meli	27	*			*		
	<i>Blainvillea biaristata</i> DC.	nnt	Hb	Meli	28	*			*		
	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	nt	Hb	Meli	29	*			*		
	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	nt	Hb	Meli	30	*			*		
	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	nnt	Hb	Meli	31	*					
Asteraceae	<i>Melampodium paniculatum</i> Gardner	nt	Hb	Ento	2	*			*		
	<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	nt	Li	Meli	32				*		
	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	nt	Hb	Meli	33	*			*		
	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	nt	Hb	Meli	27	*					
	<i>Tilesia baccata</i> (L.) Pruski	nnt	Ab	Orni	34	*			*		
	<i>Wedelia paludosa</i> DC.	nt	Hb	Meli	35	*					
	<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	nnt	Hb	Meli	36	*			*		
	<i>Crescentia cujete</i> L.	nnt	Av	Quir	37	*			*		
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	nt	Av	Meli	18		*				
	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	nt	Av	Meli	2	*				*	
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	nnt	Av	Meli	2		*				

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	nt	Av	Meli	38			*			
	<i>Pleonotoma jasminifolia</i> (Kunth) Miers	nt	Li	Meli	39			*			
	<i>Pleonotoma quadrangularis</i> (Cham.) Bureau	nt	Li	Meli	40				*		
	<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandwith	nt	Av	Meli	41	*		*			
	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	nt	Av	Meli	42	*	*		*		
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	nnt	Av	Meli	2	*	*				
Bixaceae	<i>Bixa arborea</i> Huber	nt	Av	Meli	43	*		*		*	
	<i>Bixa orellana</i> L.	nt	Av	Meli	2		*				
Boraginaceae	<i>Cordia hirta</i> I.M.Johnst.	nt	Ab	Meli	44	*			*		
	<i>Cordia multispicata</i> Cham.	nt	Av	Meli	45				*		
	<i>Cordia nodosa</i> Lam.	nt	Ab	Meli	45	*					
	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	nt	Av	Meli	44				*		
Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schum.	nnt	Ab	Fane	46				*		
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	nt	Av	Meli	2		*		*	*	
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	nt	Av	Cant	47	*	*	*	*	*	
	<i>Caryocar villusom</i> (Aubl.) Pers.	nnt	Av	Quir	18			*			
Chrysobalanaceae	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	nnt	Av	Meli	48	*					
	<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	nt	Av	Psic	49	*					*
	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	nt	Ab	Psic	49	*					*
	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	nnt	Av	Meli	50	*	*		*		
Cleomaceae	<i>Cleome affinis</i> DC	nt	Hb	Meli	36	*					
Clusiaceae	<i>Garcinia mangostana</i> L.	nnt	Av	Meli	51		*				
	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	nt	Av	Meli	52		*				
	<i>Platonia insignis</i> Mart.	nt	Av	Orni	53					*	
	<i>Terminalia catappa</i> L.	nnt	Av	Meli	2	*			*		
Coulaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	nt	Av	Meli	18						*
Cucurbitaceae	<i>Gurania bignoniacea</i> (Poepp. & Endl.) C.Jeffrey	nt	Li	Psic	54			*			
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	nt	Li	Meli	55	*					
	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	nt	Li	Ento	18						*

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
	<i>Doliocarpus glomeratus</i> Eichler	nt	Li	Meli	56			*			
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	nt	Ab	Meli	57			*			*
	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	nt	Ab	Meli	58	*			*		*
	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	nt	Hb	Miof	2	*					
	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	nnt	Av	Meli	52	*			*		
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	nt	Hb	Meli	59	*					
	<i>Croton glandulosus</i> L.	nt	Hb	Ento	60	*					
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i> L.	nt	Li	Meli	61	*					
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	nt	Hb	Meli	2				*		
	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg	nt	Av	Ento	62	*	*				
	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	nt	Ab	Meli	2	*					
	<i>Mabea angustifolia</i> Spruce ex Benth.	nt	Ab	Meli	60				*		
	<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M. Johnst.	nt	Av	Meli	63				*		
	<i>Sebastiania corniculata</i> (Vahl) Müll.Arg.	nt	Hb	Ento	64					*	
	<i>Acacia mangium</i> Willd.	nnt	Av	Meli	65	*				*	
	<i>Andira anthelminthica</i> (Vell.) Benth.	nt	Av	Meli	66	*					*
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	nnt	Av	Meli	67				*		
	<i>Cassia fistula</i> L.	nnt	Av	Meli	68	*					
	<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	nt	Ab	Meli	69	*			*		
	<i>Cenostigma pyramidale</i> Tul.	nt	Av	Meli	69	*					
	<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	nt	Av	Meli	70	*	*		*		
Fabaceae	<i>Chamaecrista speciosa</i> Conc., L.P. Queiroz & G.P. Lewis	nt	Ab	Meli	18	*				*	
	<i>Clitoria racemosa</i> Benth.	nt	Av	Meli	71	*					
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	nt	Av	Meli	72	*		*	*		*
	<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	nt	Hb	Meli	18				*		
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	nt	Av	Meli	73	*					
	<i>Dioclea megacarpa</i> Rolfe	nt	Li	Meli	18	*					
	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff.	nt	Av	Meli	74				*		
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	nt	Av	Meli	75	*			*		*
	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	nnt	Av	Meli	75		*			*	

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	nt	Av	Meli	76				*		*
	<i>Inga cinnamomea</i> Spruce ex Benth.	nt	Av	Meli	76	*					
	<i>Inga edulis</i> Mart.	nt	Av	Meli	77		*				
	<i>Inga fagifolia</i> Willd. ex Benth.	nt	Av	Meli	77		*				
	<i>Inga heterophylla</i> Willd.	nt	Av	Meli	77				*		
	<i>Inga marginata</i> Willd.	nt	Av	Meli	77				*		
	<i>Inga striata</i> Benth.	nt	Av	Meli	77		*				
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	nt	Av	Meli	77				*		*
	<i>Inga vera</i> Willd.	nt	Av	Meli	77				*		
	<i>Lecointea amazonica</i> Ducke	nt	Av	Meli	78				*		
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	nnt	Av	Meli	80	*			*		
	<i>Phanera splendens</i> (Kunth) Vaz	nt	Av	Meli	77				*		
	<i>Poincianella peltophoroides</i> (DC.) L. P. Queiros	nnt	Av	Meli	81				*		
	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	nt	Av	Meli	77		*				
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	nt	Av	Meli	82	*			*		
	<i>Senna rugosa</i> (G.Don.) Irwin & Barneby	nt	Ab	Meli	83	*					
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	nt	Av	Meli	84				*		
	<i>Tachigali vulgaris</i> L.G. Silva & H.C.Lim	nt	Av	Meli	85				*		
	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	nt	Ab	Meli	18	*					
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	nnt	Av	Meli	86	*					*
	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	nt	Ab	Meli	87				*		*
Hypericaceae	<i>Vismia gracilis</i> Hieron.	nt	Ab	Meli	18				*		*
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	nt	Ab	Meli	87				*		*
	<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	nt	Ab	Meli	87				*		
Lacistemaceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	nt	Ab	Ento	60						*
	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	nt	Ab	Meli	88						*
Lamiaceae	<i>Eriope blanchetii</i> (Benth.) Harley	nt	Hb	Meli	89	*			*		
	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	nt	Hb	Meli	18	*			*		
	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	nt	Av	Meli	60		*			*	
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	nt	Av	Meli	90	*					

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	nt	Av	Meli	52			*			
	<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	nt	Ab	Meli	91	*					
	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC	nt	Ab	Ento	92	*					
	<i>Byrsonima arthropoda</i> A.Juss.	nt	Av	Meli	92				*		
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	nnt	Av	Meli	92	*	*		*	*	*
Malpigiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	nt	Ab	Meli	2	*					
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	nt	Av	Meli	2						*
	<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	nt	Av	Meli	93		*				
	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	nnt	Ab	Meli	94	*	*		*		
	<i>Stigmaphyllon mikanifolium</i> R.F.Almeida & Amorim	nt	Li	Meli	95	*					
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	nnt	Ab	Meli	96	*	*		*		
	<i>Sida santaremensis</i> Mont.	nt	Ab	Meli	2	*			*		
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	nnt	Av	Meli	97	*	*				
	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	nt	Av	Meli	98	*	*	*		*	*
	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	nt	Av	Meli	99	*					*
Marantaceae	<i>Ischnosiphon gracilis</i> (Rudge) Körn.	nt	Hb	Meli	100			*			
	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	nt	Ab	Meli	101	*					
Melastomataceae	<i>Miconia egensis</i> Cogn.	nt	Av	Meli	102			*			*
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	nt	Av	Meli	102			*			
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	nt	Av	Meli	102			*			
	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	nnt	Av	Meli	2	*					
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	nt	Av	Meli	103	*					*
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	nt	Av	Meli	104		*				
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	nt	Av	Fane	105		*	*			*
	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	nt	Ab	Fane	105			*			*
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	nt	Ab	Miof	106			*			*
	<i>Artocarpus atilis</i> (Parkinson) Fosberg	nnt	Av	Meli	107		*				
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	nnt	Av	Meli	107		*			*	
	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	nt	Av	Meli	108			*			
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	nnt	Av	Quir	109		*			*	

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
Myristicaceae	<i>Viola sebifera</i> Aubl.	nt	Ab	Meli	110						*
	<i>Eugenia cacuminum</i> Standl. & Steyererm.	nnt	Av	Meli	111	*					
	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	nt	Ab	Meli	112		*	*		*	*
	<i>Myrcia splendens</i> DC.	nnt	Av	Meli	113	*		*			*
	<i>Myrcia sylvatica</i> DC.	nt	Av	Meli	114			*			*
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	nt	Av	Meli	2		*			*	
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	nt	Av	Meli	2		*				
	<i>Psidium guajava</i> L.	nnt	Av	Meli	2	*	*				
	<i>Psidium guineense</i> Sw.	nt	Ab	Meli	115	*					
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston.	nnt	Av	Meli	116	*	*		*	*	
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	nnt	Hb	Miof	117	*					
	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	nnt	Ab	Meli	118	*			*		
Oxalidaceae	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	nnt	Av	Meli	119		*			*	
Passifloraceae	<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.	nt	Li	Orni	120	*					
	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	nt	Li	Meli	121		*				
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	nt	Ab	Orni	122						*
Polygalaceae	<i>Caamembeca spectabilis</i> (DC.) J.F.B.Pastore	nt	Hb	Meli	2	*					
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	nnt	Hb	Meli	2				*		
Rhamnaceae	<i>Gouania cornifolia</i> Reissek	nt	Li	Meli	123				*		
	<i>Coffea arabica</i> L.	nnt	Ab	Meli	2		*				
	<i>Diodia radula</i> (Willd.) Cham. & Schltldl.	nt	Hb	Meli	124				*		
	<i>Genipa americana</i> L.	nnt	Av	Meli	125		*				
	<i>Ixora chinensis</i> Lam.	nnt	Ab	Fane	2	*					
Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i> Comm. ex Lam.	nnt	Hb	Psic	2	*					
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	nnt	Av	Meli	126		*				
	<i>Mussaenda philippica</i> A. Rich.	nnt	Ab	Meli	127	*					
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	nt	Ab	Orni	114				*		
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	nt	Hb	Meli	2	*			*		
Rutaceae	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	nnt	Av	Meli	128		*				

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
	<i>Citrus aurantium</i> L.	nnt	Av	Meli	129		*				
	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	nnt	Av	Meli	129	*	*				
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	nnt	Av	Meli	129		*				
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	nnt	Av	Meli	129	*	*				
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	nt	Av	Ento	130				*		
Salicaceae	<i>Banara arguta</i> Briq.	nt	Ab	Ento	131				*		
	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	nt	Ab	Ento	131				*		
	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	nt	Ab	Meli	18						*
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	nt	Ab	Meli	18				*		
Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	nnt	Av	Meli	132	*					
	<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk	nt	Ab	Meli	133				*		
	<i>Serjania paucidentata</i> DC.	nt	Li	Meli	134	*				*	
	<i>Talisia angustifolia</i> Radlk	nt	Av	Meli	135		*				
	<i>Talisia carinata</i> Radlk.	nt	Av	Meli	135				*		
	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	nnt	Av	Meli	135	*				*	
	<i>Talisia mollis</i> Kunth ex Cambess.	nt	Av	Meli	135				*		
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	nt	Ab	Miof	136				*		
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	nt	Ab	Meli	137				*		
	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	nnt	Av	Psic	139		*				
	<i>Capsicum frutescens</i> L.	nnt	Ab	Meli	139	*					
	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	nnt	Ab	Meli	18	*			*		*
	<i>Solanum argenteum</i> Blanchet ex Dunal	nt	Ab	Meli	18	*					
	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	nt	Ab	Meli	140	*			*		
	<i>Solanum nigrum</i> L.	nt	Hb	Meli	140	*					
	<i>Solanum paniculatum</i> L.	nt	Ab	Meli	142	*			*	*	
	<i>Solanum spinosum</i> L.	nnt	Ab	Meli	142	*				*	
	<i>Solanum umbellatum</i> Mill.	nt	Ab	Meli	18				*		
	<i>Solanum villosum</i> Mill.	nt	Ab	Meli	142	*			*		
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	nnt	Hb	Meli	143	*			*		
	<i>Turnera subulata</i> Sm	nnt	Hb	Meli	2	*			*		

Família Botânica	Espécie	Origem	Hábito	SIPP	Fonte	Área 1			Área 2		
						Rua	Quintal	F.s	Rua	Quintal	Fs
Urticaceae	<i>Cecropia discolor</i> Cuatrec.	nt	Av	Meli	144						*
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	nnt	Av	Meli	144	*	*				*
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	nt	Av	Meli	144						*
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	nnt	Ab	Meli	145	*					
	<i>Priva bahiensis</i> A.DC.	nt	Hb	Ento	2	*			*		
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	nt	Hb	Meli	2	*			*		
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	nnt	Av	Meli	146	*					
Famílias amostradas= 55											
Gêneros amostrados= 178											
Espécies amostradas= 236											
Espécies amostradas/ambiente						121	62	64	68	25	41

Fontes: 1- Matias & Consolaro (2015), 2- RCPol, 3- Lopes (2016), 4- Maroja *et al.* (2018), 5- Carrión (2016), 6- Paulino (1992), 7- De Souza *et al.* (2010), 8- Kiill *et al.* (2013), 9- Ramos (2009), 10- Fernandes *et al.* (2012), 11- Kurtz & Costa (1996), 12- Rech (2014), 13- Galastri (2008), 14- Da Silveira (2020), 15- Schlindwein (2012), 16- De Menezes *et al.* (2021), 17- Diniz *et al.* (2021), 18- Giannini *et al.* (2019), 19- Moura *et al.* (2011), 20- Rios *et al.* (2011), 21- Negrão *et al.* (2013), 22- Rodrigues (2017), 23- Bezerra *et al.* (2020), 24- Silva (2007) 25- Garcia *et al.* (2016), 26- Antunes *et al.* (2020), 27- BFG (2015), 28- Nascimento *et al.* (2021), 29- Silva (2021), 30- Almeida *et al.* (2003), 31- Kinupp & Lorenzi (2014), 32- Perugini *et al.* (2022), 33- Monge *et al.* (2020), 34- Fonseca (2009), 35- Braga *et al.* (2009), 36- Almeida *et al.* (2003), 37- Albuquerque-Lima, (2022), 38- Maués (2007), 39- Rodrigues (2017), 40- Gomes (2006), 41- Santos (2019), 42- Melo *et al.* (2014), 43- Nascimento (2016), 44- Albuquerque (2020), 45- Moura (2007), 46- Pereira *et al.* (2009), 47- Martins & Gribel (2007)*, 48- Silva (2018), 49- De Oliveira (2019), 50- Carvalho *et al.* (1997), 51- Miranda *et al.* (2021), 52- Lorenzi (2000), 53- Leite (2018), 54- Corrêa *et al.* (2001), 55- Pereira (2006), 56- Sampaio (2004), 57- Quevedo (2010), 58- Marques – Souza (2002), 59- Pinagé (2009), 60- Silva (2018), 61- Silva (2018), 62- Arantes (2010), 63- Souza (2012) - 64- Sakugawa (2019), 65- Maia (2008), 66- Cavalcante (2011), 67- Souza *et al.* (2021), 68- Rocha *et al.* (2022), 69- De Souza (2018), 70- Santos & Maués (2014), 71- Reis (2014), 72- Resende (2011), 73- Rezende *et al.* (2020), 74- De Souza *et al.* (1999), 75- Maués *et al.* (1999), 76- Jacobsen (2012), 77- Cruz Neto (2007), 78- De Miranda (2001), 79- Lima (2019), 80- Bastos (2017), 81- Luz *et al.* (2007), 82- Wolowski & Freitas (2010), 83- Silva *et al.* (2010), 84- Monteiro & Ramalho (2010), 85- Reis *et al.* (2012), 86- Viana *et al.* (2021), 87- Ludewigs *et al.* (1995), 88- Polatto (2020), 89- Silva *et al.* (2007), 90- Mori (1987), 91- Barônio (2013), 92- Alfredo *et al.* (2009), 93- Gurgel *et al.* (2016), 94- De Sousa (2021), 95- Martel *et al.* (2018), 96- Costa *et al.* (2006), 97- Da Silva *et al.* (2022), 98- Lemos (2014a), 99- Cunha Júnior *et al.* (2020), 100- Lemos (2014b), 101- Leite & Machado (2007), 102- Da Silva *et al.* (2021), 103- Furtado (2022), 104- Maués (2007), 105- Steinbach, & longo (2022), 106- Castro (2013), 107- Morellato (1996), 108- De Oliveira (2010), 109- Da silva (2007), 110- Pedrozo (2006), 111- Lenza & Oliveira (2012), 112- Maia-Silva (2012), 113- Silva & Pinheiro (2007), 114- Maia- Silva *et al.* (2012), 115- Malerbo-Souza (2004), 116- Ramos *et al.* (2019), 117- Patel *et al.* (2017), 118- Rodrigues (2019), 119- Monteles *et al.* (2019), 120- Silva-Junior (2016), 121- Storti (2002), 122- Dias (2018), 123- Rosa (2022), 124- Bezerra *et al.* 2021, 125- Novais *et al.* 2010, 126- Crestana (1992), 127- De Sousa *et al.* (2007), 128- Monteles (2007), 129- De Azevedo *et al.* (2017), 130- Hickel *et al.* (1998), 131- Castro (2013), 132- Mortiz *et al.* (2016), 133- Leão *et al.* 2014, 134- Paoli & Bianconi (2008), 135- Dias (2021), 136- Kerr *et al.* (1996), 137- Valentini *et al.* (2010), 138- Verçoza *et al.* (2012), 139- Queiroz *et al.* 2009, 140- De Oliveira *et al.* (2007), 140- Barreto *et al.* (2006), 141- Forni-Martins *et al.* (1998), 143- Tavares (2004), 142- Passos & Gimenes (2022), 143- Avares *et al.* (2014), 144- Rech (2010), 145- Barbosa *et al.* (2006), 146- Gimenes (2007).

Anexo 2: Capítulo 2:**Referências dos sistemas de polinização preponderantes – SIPP (Tabela 1)**

1. Matias R, Consolaro H. 2015. Polinização e sistema reprodutivo de Acanthaceae Juss. no Brasil: uma revisão. *Bioscience Journal*, 31: 890-907.
2. RCPol – Redes de catálogos polínicos online. 2021. Palinoecologia. <http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-br:acmella%20uliginosa>. 28 Apr 2022.
3. Lopes CGR, Beirão DCC, Pereira LA, Alencar LC. 2016. Levantamento da flora apícola em área de cerrado no município de Floriano, estado do Piauí, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 14(2).
4. Maroja TES, Silva MAC, Andrade LKF, Quirino ZGM. 2018. Dados preliminares de síndromes de polinização e dispersão da flora herbácea em praças do bairro Tambiá da cidade de João Pessoa, Paraíba. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 4(1).
5. Carrion RJF. 2016. Florística e montagem de comunidades na Caatinga do norte da Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
6. Paulino FDG. 1992. Polinização entomófila em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajús-CE. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
7. Sousa JH, Pigozzo CM, Viana BF. 2010. Polinização de manga (*Mangifera indica* L.-anacardiaceae) variedade Tommy Atkins, no vale do São Francisco, Bahia. *Oecologia Australis* 14: 165-173
8. Kill, LHP Silva TA, Araújo FP. 2013. Fenologia reprodutiva de espécies e híbridos do gênero *Spondias* L. (Anacardiaceae) em Petrolina, PE. Petrolina: Embrapa Semiárido (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 110).
9. Ramos, MC. 2009. Ecologia da polinização de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará. Belém. Programa de Pós-Graduação em Zoologia
10. Fernandes MM, Venturieri GC, Jardim MA.G. 2012. Biologia, visitantes florais e potencial melífero de *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) na Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 55: 167-175.
11. Kurtz BC, Costa A. 1996. Annonaceae. In: Lima MPM, Guedes-Bruni RR (eds.) reserva ecológica de Macaé de cima, Nova Friburgo – Rj: aspectos florísticos das espécies vasculares. vol. 2. Rio de Janeiro: Jardim botânico.
12. Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. 2014. Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Revisora Editorial Ceres Belchior/ Projeto Cultural. 527 p.

13. Galastri N. 2008. Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de *Annona dioica* (A. St.-Hil.), *Duguetia furfuracea* (A. St.-Hil.) Saff. e *Xylopia emarginata* Mart. (Annonaceae). Tese de Doutorado. Institute of Biosciences, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brazil.
14. Silveira JE *et al.* 2020. Aspectos florísticos e ecológicos do campus regional da Universidade Federal de Minas Gerais em Montes Claros-MG. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 15: 28-41.
15. Schlindwein C. *et al.* 2012. Polinização da mangabeira (*Hancornia speciosa*). III Semana dos Polinizadores: palestras e resumos. Anais. Juazeiro: UNIVASF, p. 67-75.
16. Menezes FACP *et al.* 2021. Efeito antifúngico sobre *Candida* pelo óleo essencial da flor de *Himatanthus obovatus* (Müell. Arg.) Woodson (Apocynaceae). *Revista Arquivos Científicos (IMMES)* 4: 72-78.
17. Diniz MR, Silva AG, Correia BEF, De Almeida EBJ, Rêgo MMC. 2021. Síndrome de polinização das espécies de restinga no delta do Parnaíba, Maranhão, Brasil. *Pesquisas, botânica* 75: 197-221.
18. Giannini TC, Acosta AL, Costa WF, Miranda L *et al.* 2019. A flora das Cangas de Carajás e suas síndromes de polinização sob diferentes cenários de mudanças climáticas – Belém, PA: ITV.
19. Moura TND, Webber AC, Torres LNM. 2011. Biologia floral e teste da efetividade de polinização dos visitantes florais diurnos de *Tabernaemontana undulata* Vahl. (Apocynaceae) no sub-bosque da Amazônia Central, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 25(2), 380-386.
20. Rios MNS, Pastore Júnior F. (org.). 2011. Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central. 3378 p.
21. Negrão EN, Dos Santos TF, Pantoja MV, Maués MM. 2013. Características sobre a biologia da polinização e dispersão de sementes de espécies prioritárias para o manejo florestal no estado do Pará. In: congresso nacional de botânica, 64.; encontro regional de botânicos MG, BA E ES. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBB.
22. Rodrigues AB. 2017. Fenologia reprodutiva, polinizadores e dispersores de *Bactris gasipaes* Kunth., no município de Tefé, Amazonas. TCC. Universidade do Estado do Amazonas.
23. Bezerra LA *et al.* 2020. Pollen loads of flower visitors to açai palm (*Euterpe oleracea*) and implications for management of pollination services. *Neotropical Entomology*, 49: 482-490.
24. Silva BMS. 2007. Morfoanatomia e envelhecimento acelerado em diásporos de *Oenocarpus bacaba* Mart. – Arecaceae. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 68f.

25. Garcia VA, Barbedo CJ. 2016. Estudo fenológico de *Bactris gasipaes* Kunth, *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira, SP, Brasil. *Hoehnea* 43: 135-149.
26. Antunes TJ *et al.* 2020. Plantas ornamentais no Jardim Botânico FLORAS. *Paubrasilia*, 3: 14-24.
27. Zappi DC. *et al.* 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 66:1085-1113.
28. Nascimento AS, Machado CS, Sodr e GS, Carvalho CAL. 2021. Atlas polínico de plantas de interesse apícola /meliponícola para o Recôncavo Baiano. São José dos Pinhais, Editora BJR.
29. Silva, Paulo José Felismino da. Importância das flores do *Cosmos sulphureus* para manuten o de diversas espécies de abelhas. 2021. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.
30. Almeida DD, Marchini LC, Sodré GDS, D'avila M, & De Arruda CMF. 2003. Plantas visitadas por abelhas e poliniza o. ESALQ. Divisão de Biblioteca de Documenta o, Piracicaba.
31. Kinupp VF, Lorenzi H. 2014. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil. 1^a.ed. São Paulo, SP: Instituto Plantarum.
32. Perugini LGS, Ribeiro AHM, Da Silva ON, Milaneze-Gutierre AM. 2022. Visitantes florais de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) em um jardim urbano. *Arquivos do Mudi*, 26: 158-174.
33. Monge M, Semir J. *Pluchea* in Flora do Brasil 2020 em constru o. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB16256>>. Acesso em: 28 set. 2020.
34. Fonseca RS. 2009. Reproductive biology of *Tilesia baccata* (L.) Pruski (Heliantheae, Asteraceae): phenology, pollination and dispersion. Disserta o (Mestrado em Botânica estrutural; Ecologia e Sistemática) - Universidade Federal de Viçosa.
35. Braga Já, Lorenzon MCA, Conde MMS, Neto JS, Barth OM, Sales  O. 2009. Plantas de destaque na dieta de *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Meliponina) em diferentes fragmentos de Mata Atlântica. *Cadernos de Agroecologia*, 4(1).
36. Almeida DD, Marchini LC, Sodré GDS, D'avila M, & De Arruda CMF. 2003. Plantas visitadas por abelhas e poliniza o. ESALQ. Divisão de Biblioteca de Documenta o, Piracicaba.
37. Albuquerque-Lima S, Diniz UM, Machado ICS. 2022. A nectar oasis for urban Glossophaginae bats: Temporal resource dynamics of the chiropterophilous *Crescentia cujete* (Bignoniaceae). *Urban Forestry & Urban Greening*, 67: 127412.

38. Maués MM. 2007. Sistemas de polinização no dossel de uma floresta ombrófila densa na Amazônia. In: Congresso de ecologia do Brasil, 8. Anais. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil.
39. Rodrigues QB. 2017. Características florais e suas síndromes de polinização associadas no sub-bosque de terra firme na floresta nacional de Tefé, Alvarães, AM.
40. Gomes BM. 2006. Revisão de *Pleonotoma* Miers (Bignoniaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. p14.
41. Santos CM. 2019. Bordas florestais com trepadeiras hiper abundantes inseridas em matriz agrícola: estrutura, composição e manejo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
42. Melo, WA *et al.* 2014. Filogeografia e estrutura genética de uma Arbóreo de floresta estacional neotropical *Tabebuia roseoalba* (RIDL.) Sandwith (Bignoniaceae). Dissertação de Mestrado em Genética e Biologia Molecular - Universidade Federal de Goiás.
43. Nascimento JEM. 2016. Variação temporal na produção e valor nutricional do pólen usado na dieta de *Apis mellifera* L. em Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
44. Albuquerque JL. *et al.* 2020. Entomofauna visitante floral de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. em Alcântaras, Ceará. *Holos*, 4: 1-12.
45. Moura DC. 2007. Visitantes Florais de Boraginaceae A. Juss. no Baixo Curso do Rio São Francisco: Alagoas e Sergipe. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 285-287.
46. Pereira JL *et al.* 2009. Estrutura demográfica e fenologia reprodutiva de *Cereus Hildmannianus* K. Schum. (Cactaceae), em uma restinga arbustiva do município de Jaguaruna, Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, p. 61.
47. Martins R.L, Gribel R. 2007. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma Arbóreo emergente da Amazônia Central. *Brazilian Journal of Botany*, v. 30, p. 37-45.
48. Silva FG. 2018. Chrysobalanaceae R. Br. no Nordeste Oriental do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
49. De Oliveira J.C. 2016. Caracterização fenológica foliar e reprodutiva de *Hirtella glandulosa* Spreng. (Chrysobalanaceae) e sua variação temporal em ambiente de mata ciliar na Chapada Diamantina, Bahia. *Anais dos Seminários de Iniciação Científica*.
50. Carvalho AMC, Bego LR. 1997. Exploitation of available resources by bee fauna (Apoidea- Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 41:101-107.
51. Miranda RC, Nascimento ZMS. 2021. Primeira ocorrência, no Estado do Pará, de *Cylindrocladium* sp. causando mancha foliar em mangostanzeiro (*Garcinia mangostana*

- L.) e o controle alternativo in vitro e in vivo com extratos vegetais. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
52. Lorenzi H. 1949. Arbóreos brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1/ Harri Lorenzi. 3. Ed. Nova Odessa, SP; Instituto Plantarum, 2000. 352 p.
53. Leite ML. 2018. Propagação assexuada de fruteiras da família Clusiaceae: bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) e bacuparizeiro (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana). Zappi). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.
54. Corrêa CA, Irgang BE, Moreira GRP. 2001. Estrutura floral das angiospermas usadas por *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia. Série Zoologia, p. 71-84.
55. Pereira IM. 2006. Taxonomia e ecologia da família Dilleniaceae Salisb. nos estados de Goiás e Tocantins. Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology, 3: 183-184.
56. Sampaio PP. 2004. Levantamento florístico das lianas de uma restinga na praia de Itaguapé, município de Bertioga, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
57. Quevedo CYC *et al.* 2010. Biología de la polinización de *Gaultheria rigida* Kunth (Ericaceae). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colômbia.
58. Marques-Souza AC *et al.* 2002. Características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de meliponíneos da Amazônia Central. Acta Amazonica, 32: 217-217.
59. Sotero BPD. 2009. Análise da diversidade genética populacional nas espécies *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp., *Chamaesyce thymifolia* (L.) Millsp. (Euphorbiaceae) *Xylopia frutescens* Aubl. (Annonaceae) através de Fingerpriting de DNA em fragmentos da Floresta Atlântica de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
60. Silva CEP. 2018. Sistemas de polinização nas Cangas de Carajás - Relatório final do projeto Biodiversidade e Mineração. Belém, ITV.
61. Silva DFD. 2018. O gênero *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae) na região sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. 140 f. Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
62. Arantes FC. 2010. Adaptabilidade e estabilidade de progênies de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell. - Arg. em três diferentes regiões do estado de São Paulo. 62 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista.

63. Souza ADM. 2012. Composição florística de um remanescente florestal de entorno da Lagoa do Sombrio, Passo de Torres SC. Monografia. Universidade do Extremo Sul Catarinense.
64. Sakugawa GC. Palinotaxonomia da Tribo Hippomaneae (Euphorbiaceae). Dissertação de mestrado. Instituto de Botânica, São Paulo.
65. Maia, ST; Silva, Reis SJ. 2008. Análise faunística de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em ambientes de floresta nativa e plantios de *Acacia mangium* no Estado de Roraima. Revista Agro ambiente On-line, 2: 42-50.
66. Cavalcante R. 2011. Plantas da Amazônia. 2ª ed. Rio Branco – AC. Editora do autor.
67. Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR, Novais JS. 2021. Palynoflora exploited by *Friseomelitta longipes* (Smith, 1854) (Apinae: Meliponini) in protected areas from the Brazilian Amazon basin. Journal of Apicultural Research. 60:1-16. doi.org/10.1080/00218839.2021.1889824
68. Rocha JM, Conceição L, Farias LF, Arruda V. 2022. Visitantes florais de *Cassia fistula* L. (Fabaceae, Caesalpinioideae) em área urbana no município de Alta Floresta-MT. Enciclopedia Biosfera, 19(42).
69. De Souza TCT, Do Nascimento VT. 2018. Aspectos reprodutivos de *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinioideae) em uma área de Cerrado em regeneração no Oeste da Bahia. Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente, 7: 3-12.
70. Santos T, Maués MM. 2014. Abelhas que polinizam *Cenostigma tocantinum* na cidade de Belém, PA. In: Congresso brasileiro de apicultura. Belém, PA. Sustentabilidade, tecnologia e mercados.
71. Reis, VS *et al.* 2014. Avaliação fenológica e biogeográfica de espécies fitoindicadoras do gênero *Clitoria* L. em ambientes tropicais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe.
72. Resende LC Ribeiro RA Lovato MB. 2011. Diversity and genetic connectivity among populations of a threatened tree (*Dalbergia nigra*) in a recently fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. Genetica, 139: 1159-1168.
73. Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG. 2021. Pollen niche of *Melipona dubia*, *Melipona seminigra* and *Scaptotrigona* sp. (Apidae: Meliponini) kept in indigenous communities of the Sateré Mawé Tribe, Amazonas, Brazil. Journal of Apicultural Research. 60: 1-17. doi:10.1080/00218839.2020.1861755
74. De Souza MS, Maués MM. 1999. Biologia floral de três espécies madeireiras nativas da Amazônia, com ênfase na morfologia floral e relação pólen/ovulo: Parapará (*Jacaranda copaia* Aubl.) cumaru (*Dipteryx odorata* Willd.) & sucupira-do-igapó (*Diploptropis martiusii* Benth.). In: Seminário de iniciação científica da Fcap. Belém. Resumos. Belém: FCAP: Embrapa Amazônia Oriental.

75. Maués MM, Macqueen DJ, Santos LFC. 1999. Biologia da polinização do cumaru (*Dipteryx odorata* Willd. Leguminosae), essência florestal nativa da Amazônia. 1999. In: Simpósio de silvicultura na Amazônia oriental: Contribuições do Projeto Embrapa IDFID.
76. Jacobsen RHF *et al.* 2012. Estudo da população de dois gêneros de *Inga* em fragmento de floresta ombrófila aberta. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon*, 1: 74-78.
77. Cruz Neto O. 2007. Fenologia, biologia reprodutiva e eficiência dos visitantes florais de espécies simpátricas de *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) em remanescente de floresta atlântica no nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
78. Andrade MIP, Schatzmayr OMB, Noda H. 1991. Teses e dissertações/thesis and dissertations. *Acta Botanica Brasilica*, 5: 89.
79. Lima, SL *et al.* 2019. Filogeografia de *Pterodon emarginatus* e *Pterodon pubescens* (Leguminosae). Ph.D. Thesis. Universidade Federal de Goiás, Brazil.
80. Bastos SS *et al.* 2017. Estresse hídrico e ácido abscísico em mudas de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms: Ecofisiologia e anatomia foliar. 2017.
81. Luz, CFP, Thomé ML, Barth OM. 2007. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de Morro Azul do Tinguá, estado do Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Botany*, 30: 29-36.
82. Wolowski M, Freitas L. 2010. Sistema reprodutivo e polinização de *Senna multijuga* (Fabaceae) em Mata Atlântica Montana. *Rodriguésia*, 61: 167-179.
83. Silva PN, Hrnčir M, Fonseca VLI. 2010. A polinização por vibração. *Oecologia Australis*, 4: 140-151.
84. Monteiro DRM. 2010. Abelhas generalistas (Meliponina) e o sucesso reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata Atlântica, BA. *Neotropical Entomology*, 39: 519-526.
85. Reis SM, Mohr A, Gomes L, Abreu MF, Lenza E. 2012. Síndromes de polinização e dispersão de espécies lenhosas em um fragmento de Cerrado sentido restrito na transição Cerrado-Floresta Amazônica. *Heringeriana*, 6: 28-41.
86. Da Silva APV, Pauletto D, Gama JRV, Pires AP *et al.* 2021. Meliponiculture in agroforestry systems in Belterra, Pará, Brazil Meliponicultura em sistemas agroflorestais em Belterra, Pará. *Acta Apícola* 9: e7913 doi: 10.18378//aab.v9i0.7913
87. Ludewigs T, Armstrong M, Fernandes ECM. 1995. Ocorrência e distribuição de *Vismia* spp. em capoeiras de terra firme na Amazônia Central. In: Congresso Latinoamericano de ecologia. Merida. Libro de resúmenes. Universidad de los Andes.
88. Polatto LP. 2020. Reprodução de plantas em um ecótono floresta Atlântica-Cerradão: dependência de agentes polinizadores. *Biodiversidade*, 19: 1

89. Silva FO, Viana BF, Pigozzo CM. 2007. Floração, produção de néctar e abelhas visitantes de *Eriope blanchetii* (Lamiaceae) em dunas costeiras, Nordeste do Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 97: 87-95.
90. Mori AS. 1987. Biologia da polinização em Lecythidaceae. *Acta Botanica Brasilica*, 1: 121-124.
91. Barônio GJ. 2013. Floral resource availability of three Malpighiaceae species in a Brazilian savanna: a relation with their floral visitors. 2013. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
92. Gurgel FL *et al.* 2016. O murucizeiro *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK: avanços no conhecimento e ações de pré-melhoramento. Brasília, DF: Embrapa. PDF (50 p.).
93. Sousa LCF *et al.* 2021. Morfologia polínica e visitantes florais de duas espécies simpátricas de Malpighiaceae Juss. no Parque da Cidade em Santarém, Pará. *Paubrasilia*, 4: e0057-e0057.
94. Martel JHI, Cruz BA, Sousa Falcão NP. 2018. Produção de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) em diferentes solos da Amazônia Central. *Agroecossistemas*. Editora INPA -ISBN 978-85-211-0176-5
95. Costa CBN, Costa JAS, Ramalho M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 29: 103-114.
96. Silva SQ, Silva JTL, Gomes FB, Krug C. 2021. Avaliação fenológica preliminar de plantas melíferas em jardim de mel em Iranduba, AM. n: Jornada de iniciação científica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. *Anais*. Brasília, DF: Embrapa.
97. Lemos, Camila Queiroz. 2014. *Abelha Plebeia cf. flavocincta* como potencial polinizador do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará.
98. Cunha Júnior JB, Tavares LB. 2020. Fenologia do Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* [Willd. Ex. Spreng.] Schum.) em um sistema agroflorestal, submetido à diferentes lâminas de irrigação no município de Castanhal. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal rural da Amazônia.
99. Lemos CQ. 2014. *Abelha Plebeia cf. flavocincta* como potencial polinizador do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
100. Leite AV, Machado IC. 2007. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 30: 221-231.

101. Silva SQ, Silva JTL, Gomes FB, Krug C. 2021. Avaliação fenológica preliminar de plantas melíferas em jardim de mel em Iranduba, AM. n: Jornada de iniciação científica da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. Anais. Brasília, DF: Embrapa.
102. Furtado ACS *et al.* 2022. Estudo taxonômico da flora de Melastomataceae e estruturas secretoras florais associadas à interação inseto-planta em *Miconia* ocorrentes no Parque Estadual do Utinga (PEUt). Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém.
103. Maués MM. 2007. Sistemas de polinização no dossel de uma floresta ombrófila densa na Amazônia. In: Congresso de ecologia do Brasil, 8. Anais. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil.
104. Steinbach F, Longo AN. 1992. Lista preliminar das espécies da flora apícola nativa da Fazenda Faxinal. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, 4: 347-349.
105. Castro ALR *et al.* 2013. Fenologia reprodutiva e biologia floral de *Guarea guidonia* (Meliaceae) na reserva biológica de Poço das Antas. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, 10-15.
106. Morellato PC 1996. Fenologia, razão sexual e distribuição espacial em espécies dióicas de *Trichilia* (Meliaceae). Theses, Botânica-Taxonomia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-São Paulo.
107. De Oliveira PC. 2010. Fenologia e crescimento de espécies acumuladoras de fósforo na Amazonia. Holos, 3: 37-45.
108. Silva WS. 2007. Sistemática filogenética dos gêneros neotropicais da tribo Dorstenieae: *Brosimum* Sw, *Helianthostylis* Baillon e *Trymatococcus* Poepp. & Endl. (Moraceae). Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas da Amazônia.
109. Pedrozo AR. 2011. Partilha de néctar de *Musa paradisiaca* (Musaceae) por três espécies de morcegos filostomídeos na região Sudeste do Brasil. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista.
110. Lenza E, Oliveira PE. 2006. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 29: 443-451.
111. Maia-Silva C *et al.* 2012. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza.
112. Silva ALG, Pinheiro MCB. 2007. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). Acta Botanica Brasilica, 21: 235-
113. Maia-Silva C, Silva CI, Hrcir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL. 2012. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza.
114. Malerbo-Souza, DT *et al.* 2004. Abelhas visitantes nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 26: 1-4.

115. Ramos EEC, Souza RLV, Ribeiro MF. 2019. Visitantes florais do araçazeiro (*Psidium guineense* Sw.) (Myrtaceae). Anais da XIV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa.
116. Patel CR et al. 2017. Rose apple (*Syzygium jambos* (L.) Alston). Underutilized Fruit Crops: Importance and Cultivation, 1134-58.
117. Rodrigues, R. M. (2019). Fenologia da floração e biologia da polinização de herbáceas e arbusto em área de restauração ambiental no semiárido. UFERSA.
118. Monteles R, Pinheiro CBU. 2007. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. Revista de biologia e ciências da terra, 7: 2.
119. Silva-Junior CG. 2016. Polinização na caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) por *Apis mellifera* L: requerimentos da cultura e eficiência do polinizador. MSc Thesis, Universidade.
120. Storti EF. 2002. Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Passiflora coccinea* Aubl. em Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, 32: 421-421.
121. Dias DLO et al. 2018. Determinação do sistema reprodutivo de parentais para produção de híbridos entre *Passiflora cincinnata* Mast. e *Passiflora quadrangularis* Linn. Revista Cultura Agronômica, 27: 407.
122. Rosa FHT. 2022. *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill. (Peraceae) e sua capacidade atrativa de aves generalistas: uma revisão bibliográfica analisando o seu potencial para a regeneração natural de áreas degradadas. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista.
123. Bezerra LÁ. 2021. Biologia floral de uma liana nativa heterodicogâmica, *Gouania cornifolia* Reissek (Rhamnaceae), com potencial para regeneração natural na Amazônia brasileira (Doctoral dissertation, UFRA/Campus Belém
124. Novais JS, Lima CL, ASSIS FAR. 2010. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semiárido.
125. Crestana CSM et al. 1992. Fenologia da frutificação de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do Rio Moji Guaçu, SP. IPEF, 45: 31-34.
126. Souza EA et al. Entomofauna visitante da *Morinda citrifolia* Linnaeus (1753), em período diurno, nos municípios de Dr. Severiano, Encanto e Portalegre, Rio Grande do Norte-Brasil.
127. Monteles R, Pinheiro CUB. 2007. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. Revista de biologia e ciências da terra, 7: (2)
128. Azevedo FA et al. 2017. Floração e frutificação de laranjeira Valência enxertada em tangerineira Cleópatra e limoeiro Cravo. Citrus Research & Technology, 33: 59-64.
129. Hickel ER, Ducroquet, JPHJ. 1998. Tripes associados à floração da nectarina em Santa Catarina. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 07-308.

130. Castro MMN. 2013. Estrutura da comunidade de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes e variação temporal na dieta e nas redes de interações com plantas em um fragmento de floresta higrófila neotropical. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
131. Moritz LA, Zimmermann SALB et al. 2016. Spermidine alkaloid from *Banara parviflora* Rev. Bras. Farmacogn., 26: 759-762, 10.1016/j.bjp.2016.06.003.
132. Leão KS et al. 2014. Manejo de *Scaptotrigona* Sp. (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) para polinização da rambuteira (*Nephelium Lappaceum* L.)
133. Paoli AAS, Bianconi A.2008. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). Revista Brasileira de Sementes, 30: 146-155.
134. Dias ACAA et al. 2021. Biologia floral de *Serjania paucidentata* DC.(Sapindaceae). Tese de Doutorado. UFRA-Campus Belém.
135. Keer W, Absy ML, Souza AM.1986. Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae), no Maranhão. Acta Amazonica, v. 16, p. 145-156.
136. Valentini CMA, Rodriguez-Ortiz CE, Coelho MFB.2020. *Siparuna guianensis* Aublet (negramina): uma revisão. Revista Brasileira de Plantas Medicinai, 12: 96-104.
137. Verçoza FC, Dias AR, Missagia CCC. Ecologia da polinização e potenciais dispersores da “marianeira” *Acnistus arborescens* (L.) Schltld. (Solanaceae) em área de Floresta Atlântica do Rio de Janeiro. 2012. Natureza on line, 10: 59-64.
138. Queiroz GS. 2009. Análise de esteróides em extratos vegetais e estudo fitoquímico e biológico preliminar de *Brunfelsia uniflora*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina.
139. Oliveira OCD, Oliveira LAC. 2007. Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 29: 375-379.
140. Barreto LS, De Oliveira FF, Castro MS. Abelhas visitantes florais de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) no Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, Brasil. Sitientibus série Ciências Biológicas, 6: 267-271.
141. Forni-Martins ER Marques MCM, Lemes MR. 1998. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. Brazilian Journal of Botany, 21: 117-124.
142. Tavares PRA. 2014. Fenologia reprodutiva, biologia floral e abelhas visitantes em *Solanum lycocarpum* A. St. Hil. (Solanaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Grande Dourados.

143. Passos JMO, Gimenes M. 2022. Polinização de *Turnera subulata*: abelhas exóticas ou nativas? *Iheringia. Série Zoologia*
144. Rech AR. 2010. Recursos polínicos utilizados por 23 espécies de Meliponini Lepelletier, 1836 para coleta de pólen ao longo da bacia do Rio Negro, Amazonas-Brasil. 76p. Master's Dissertation in Biological Sciences (Botany). Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
145. Barbosa IDF, Laroca S, Almeida MCD, Nascimento EAD. 2006. Biologia floral de *Stachytarpheta maximiliani* Scham. (Verbenaceae) e seus visitantes florais. *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(4), 498-504.
146. Gimenes M. 2007. Polinização de *Vochysia lucida* C. Presl (Vochysiaceae) em uma área de restinga na Bahia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51: 465-470.