



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA
CENTRO DE FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, AMBIENTE E
QUALIDADE DE VIDA

MELISSOPALINOLOGIA DE MÉIS DE MELIPONÍNEOS (APIDAE: MELIPONINI) EM
COMUNIDADES DA RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS, PARÁ,
BRASIL

ROGÉRIO RIBEIRO DE SOUZA

Santarém - Pará
Outubro/2018

ROGÉRIO RIBEIRO DE SOUZA

MELISSOPALINOLOGIA DE MÉIS DE MELIPONÍNEOS (APIDAE: MELIPONINI) EM
COMUNIDADES DA RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS/ARAPIUNS, PARÁ,
BRASIL

Dr. JAÍLSON SANTOS DE NOVAIS
Orientador

Dra. VANESSA HOLANDA RIGHETTI DE ABREU
Coorientadora

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida, - PPGSAQ, do Centro de Formação Interdisciplinar - CFI, da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisitos para obtenção do título de Mestre em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida.

Santarém - Pará
Outubro/2018

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIGI/UFOPA**

S725m Souza, Rogério Ribeiro de
Melissopalínologia de Méis de Meliponíneos (Apidae: Meliponini) em
comunidades da reserva extrativista Tapajós – Arapiuns, Pará, Brasil/
Rogério Ribeiro de Souza. – Santarém, 2018.

143 fls.: il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Jaílson Santos de Novais
Coorientadora: Vanessa Holanda Righetti de Abreu
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-
reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Pós-Graduação
Interdisciplinar em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida. Santarém,
2018.

1. Flora meliponícola. 2. Recursos tróficos. 3. Entomopalinologia. I.
Novais, Jaílson Santos de, *orient.* II. Abreu, Vanessa Holanda Righetti de,
coorient. III. Título.

CDD: 23 ed. 577.098115

PARECER DE DEFESA PÚBLICA PRESENCIAL

Aluno: **ROGÉRIO RIBEIRO DE SOUZA**

Curso: Sociedade, Ambiente e Qualidade de vida Nível: Mestrado

Orientador: Jaílson Santos De Novais

Coorientadora: Vanessa Holanda Righetti de Abreu

Título: Melissopalínologia de méis de meliponíneos (Apidae: Meliponini) em comunidades da reserva extrativista Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil

AULA DE QUALIFICAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DA QUALIFICAÇÃO

Titulares:

Dr. José Max Barbosa de Oliveira Júnior (UFOPA)
(Suplente)

Dra. Graciene Conceição dos Santos (UFOPA)

Dra. Vanessa Holanda Righetti de Abreu (UFOPA) (*Presidente da banca*)

Suplente:

Dra. Síría Lisandra de Barcelos Ribeiro (UFOPA)

Parecer: **APROVADO**

Santarém, 1de dezembro de 2017

DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO – MESTRADO

ATA DE DEFESA PÚBLICA

BANCA EXAMINADORA E PARECER DO TRABALHO DE CONCLUSÃO

Aos **24** dias do mês de **outubro** de 2018, às 14 horas, na sala 319 do Campus Amazônia, UFOPA, reuniu-se a Banca Examinadora de Defesa pública, composta pelos seguinte professores Doutores: Graciene Conceição dos Santos (UFOPA); Francisco de Assis Ribeiro dos Santos (UEFS); Marcos Gonçalves Ferreira (INPA), tendo como suplente: Síría Lisandra de Barcelos Ribeiro (UFOPA), a fim de proceder à arguição pública da **Dissertação de Mestrado** do aluno **Rogério Ribeiro de Souza**, intitulada: MELISSOPALINOLOGIA DE MÉIS DE MELIPONÍNEOS (APIDAE: MELIPONINI) EM COMUNIDADES DA RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS, PARÁ, BRASIL, cujo trabalho foi conduzido sob a orientação do Dr. Jaílson Santos de Novais (UFSB).

Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Banca Examinadora tendo recebido o conceito final: **APROVADO**

Santarém, 24 de outubro de 2018

Dedico a Deus e minha família, em especial à minha querida esposa Tatiane Maia, minha amada filha Ana Laura Maia Ribeiro, aos meus pais, Raimundo Pereira de Souza e Eliana Ribeiro de Souza (*In memoriam*), meus irmãos queridos e aos meus amados sobrinhos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida, a Universidade Federal do oeste do Pará (UFOPA), obrigado pelo apoio recebido.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e pelo auxílio financeiro recebido.

Aos meliponicultores das quatro comunidades da Resex Tapajós - Arapiuns, ao Alexandre Godinho e família na comunidade de Anã, a dona Rosilda e seu Joaquim por abrirem suas portas nas comunidade de Solimões, ao seu José Joaquim e família pela ótima estadia durante todo o período de coleta e ao seu Djalma e família na comunidade de Suruacá pelo grande apoio e incentivo, sem esses produtores minha pesquisa não seria possível, agradeço de todo o meu coração. Agradeço também ao Projeto Saúde e Alegria pela logística de chegar até as comunidades da Resex.

Ao Prof. Dr. Jaílson Santos de Novais, pela orientação profissional, pelos conselhos, pelo apoio que sempre que acionado me deu. Sou grato por ter sido seu orientando, agradeço de coração suas valiosas dicas, que exemplo de profissional, obrigado por tudo professor. A prof.^a Dra. Vanessa Holanda Righetti de Abreu, por toda a paciência, pelos ensinamentos, pela amizade, pelas conversas, pelos incentivos, pelas broncas, enfim por tudo, obrigado professora pelos seus ensinamentos, saiba que os levarei onde eu for, você foi uma mãezona, obrigado por tudo.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida, por todo aprendizado e pelo conhecimento transmitido de forma relevante o meu crescimento acadêmico. Aos coordenadores e pesquisadores Prof. Dr. Itamar Paulino e prof. Dr. Bruno Apolo, as secretárias Dona Estelina e Joice pela gentileza constante.

Ao laboratório de Palinologia do INPA, no nome da prof.^a Dra. Maria Lúcia Absy, por abrir as portas do seu laboratório e pela grande acolhida que me deu. As queridas Aline Rezende

e Bianca pelo incentivo e ajuda durante toda a minha estadia no INPA. Ao querido Dr. Marcos Gonçalves Ferreira, pelos grandes ensinamentos sobre assuntos relacionados à interação inseto/planta, pela identificação dos tipos polínicos, por toda a ajuda, obrigado Marcos. A querida Dra. Favízia Oliveira da Universidade Federal da Bahia (UFBA), pela identificação do material entomológico.

Aos meus queridos colegas de turma, que juntos compartilhamos grandes momentos durante toda a nossa jornada nesse mestrado. Em especial, a minha grande amiga Marcélia Castro Cardoso, obrigado pelo incentivo, pelos sonhos que sonhamos, pelos projetos que desenvolvemos, pela grande ajuda que me destes em todos os sentidos, sou imensamente grato pela sua amizade. A minha querida amiga Minar Malcher pelas conversas, pelos trabalhos, pela amizade, obrigado querida. Ao amigo Roberth Ferreira, pelas conversas, projetos, incentivos, grato amigo.

Aos amigos do Laboratório de Palinologia da UFOPA, pelo apreço, companheirismo e projetos realizados em conjunto: Alyne, Lizandra, Érica, Natália, Kamilla, Raylana, Yasmim e Erlison. Em especial a minha grande amiga Alyne, a palavra que define você é companheira, solidária, amiga, verdadeira entre outras, agradeço imensamente seu carinho e sua amizade, você não tem nem noção do quanto foi importante pra mim durante todas as fases dessa jornada, a palavra que encontrei foi gratidão, agradeço você do fundo do meu coração, obrigado por tudo.

Aos amigos queridos que sempre torceram por mim e estiveram ao meu lado nessa jornada; Jesus a mãezona que sempre me incentivou e disse, vai na fé que você é capaz, obrigado querida, a amiga Lili pelo grande apoio e incentivo, obrigado Lili. A grande amiga irmã que Deus me presenteou Elaine Souza, a palavra pra você é generosidade, quão generosa és, agradeço a você por me ouvir, pelos conselhos, pelos sonhos, por sua amizade que é muito importante pra mim, agradeço a você de coração.

A minha querida esposa Tatiane Maia que em todo instante esteve ao meu lado sendo companheira, amiga me incentivando, me dando forças, sempre paciente e sábia, obrigado amor por tudo sem você não teria chegado até aqui, agradeço por caminhar de mãos dadas comigo nessa longa jornada. A minha amada filha, razão da minha vida Ana Laura, que me deu forças e me dá pra continuar, te amo filha.

A minha segunda família que me adotaram em especial a minha sogra Merian Costa e Teófilo Maia, as cunhadas Talita Maia, Tainá Nogueira e Thaís Maia, obrigado pela força.

Aos meus amados irmãos Márcia, Marcelo e Regina, amo vocês irmãos. Aos sobrinhos queridos Rodrigo, Wellyson, Maria, João e Bernardo, obrigado por fazer de mim o tio mais feliz.

Em especial aos meus pais, Raimundo Souza e Eliana Souza *in memoriam*, a vocês agradeço toda a educação, ensinamentos e carinho. Agradeço especialmente a Deus que me conduz a cada instante a capacidade de todas as superações diárias.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo identificar, por meio da análise polínica de méis, os recursos tróficos usados por *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950, *Melipona interrupta* Latreille, 1811 e *Friseomelitta longipes* (Smith, 1854) nas comunidades de Anã, Solimões, Suruacá e Vila Franca, localizadas na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará visando subsidiar a formulação de estratégias de conservação e manejo para aumentar a atividade meliponícola regional. Foi realizado um levantamento da produção científica relacionada à Melissopalínologia no Brasil, bem como os tipos polínicos registrados nessas publicações, provendo um banco de dados melissopalínológico no período entre 2005 e 2017, indexados na Web of Science (WoS) e na Scientific Electronic Library Online (SciELO). Além disso, foram coletadas, processadas com o emprego da acetólise e analisadas microscopicamente 12 amostras de mel da espécie *M. seminigra pernigra* na comunidade de Suruacá, 12 amostras de mel da espécie *M. interrupta* na comunidade de Suruacá, 12 amostras de mel da espécie *Friseomelitta longipes* na comunidade de Anã e 12 amostras de mel da mesma espécie na comunidade de Solimões. A análise polínica do mel de *M. seminigra* e *M. interrupta* encontrou um total de 103 tipos polínicos, distribuídos em 21 famílias e oito tipos indeterminados. Destes 59 tipos foram exclusivos para *M. seminigra* 29 tipos exclusivos para *M. interrupta* e 15 tipos compartilhados entre as duas espécies de abelhas. As famílias Anacardiaceae, Burseraceae, Melastomataceae e Myrtaceae, foram as mais representativas no estudo, sendo aqui consideradas recursos-chave na manutenção destas abelhas nas comunidades. A espécie *M. seminigra* exibiu maiores valores para o índice de diversidade H' e de equitabilidade J' , em contrapartida, a espécie *M. interrupta* apresentou menores valores. As coletas de *M. seminigra* foi mais uniforme apresentando padrão mais homogêneo comparado com a *M. interrupta* que neste estudo foi a espécie mais especialista. Para a espécie *F. longipes*, identificamos 184 tipos polínicos distribuídos em 38 famílias botânicas para as duas comunidades estudadas. Além disso, 14 tipos polínicos permanecem indeterminados, sendo nove para as amostras de Anã e cinco para as amostras de Solimões. Desse total de tipos polínicos, 104 foram encontrados exclusivamente nas amostras de méis procedentes da comunidade Anã, 58 tipos polínicos foram exclusivamente encontrados nas amostras da comunidade de Solimões e 22 tipos polínicos foram encontrados nas amostras em ambas as comunidades, sendo os tipos mais representativos: *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); *Caesalpinia peltophoporoides*, *Delonix regia* (Fabaceae); *Mimosa guilhandinie* (Fabaceae); *Eugenia stiptata*, *Psidium guajava* (Myrtaceae) e *Cecropia* (Urticaceae). A diversidade H' foi maior ao longo do ano na comunidade de Anã, comparada com a comunidade de Solimões; em relação à uniformidade J' das coletas, a comunidade de Anã apresentou maiores valores, em contrapartida, os menores valores foram encontrados na de Solimões. Os dados gerados pelo presente estudo serão úteis para os meliponicultores locais, sugerindo quais espécies vegetais em diferentes períodos de floração são recomendados como recursos para as espécies de abelhas estudadas. Este estudo enfatiza a importância da diversidade de plantas para manter as espécies de abelhas em meliponários dentro de áreas da Resex Tapajós-Arapiuns.

Palavras-chave: Entomopalínologia, Abelhas sem ferrão, Flora meliponícola, recursos tróficos.

ABSTRACT

The present study had the objective of identifying the trophic resources used by *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950, *Melipona interrupta* Latreille, 1811 and *Friseomelitta longipes* (Smith, 1854) in the communities of Anã, Solimões, Suruacá and Vila Franca, located in the Tapajós-Arapiuns Extractive Reserve, Santarém, Pará, aiming to subsidize the formulation of conservation and management strategies to increase regional meliponic activity. A survey of the scientific production related to Melissopalynology in Brazil was carried out, as well as the pollen types registered in these publications, providing a melissopalynological database between 2005 and 2017, indexed in the Web of Science (WoS) and Scientific Electronic Library Online (SciELO). In addition, 12 samples of honey of *M. seminigra pernigra* were collected in the community of Suruacá, 12 samples of honey of the species *M. interrupta* in the community of Suruacá, 12 samples of honey of the species *Friseomelitta longipes* in the community of Anã and 12 samples of honey of the same species in the community of Solimões. The honey pollen analysis of *M. seminigra* and *M. interrupta* found a total of 103 pollen types, distributed in 21 families and eight indeterminate types. Of these 59 types were exclusive to *M. seminigra* 29 types unique to *M. interrupta* and 15 types shared between the two species of bees. The families Anacardiaceae, Burseraceae, Melastomataceae and Myrtaceae were the most representative in the study, being considered key resources in the maintenance of these bees in the communities. The *M. seminigra* species showed higher values for the diversity index H' and equitability J', in contrast, the *M. interrupta* species had lower values. The collections of *M. seminigra* were more uniform presenting a more homogeneous pattern compared to *M. interrupta* that in this study was the most specialist species. For the species longipes, we identified 184 pollen types distributed in 38 botanical families for the two communities studied. In addition, 14 pollen types remain indeterminate, nine for the Dwarf samples and five for the Solimon samples. Of these total pollen types, 104 were found exclusively in the honey samples from the Anã community, 58 pollen types were exclusively found in samples from the community of Solimões and 22 pollen types were found in the samples in both communities, the most representative types being: *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); *Caesalpinia peltophoporoides*, *Delonix regia* (Fabaceae); *Mimosa guilhandinie* (Fabaceae); *Eugenia stiptata*, *Psidium guajava* (Myrtaceae) and *Cecropia* (Urticaceae). The H' diversity was higher throughout the year in the community of Anã, compared to the community of Solimões; in relation to the uniformity J' of the collections, the community of Anã presented higher values, in contrast, the lower values were found in the Solimões. The data generated by the present study will be useful for the local meliponicultores, suggesting which plant species in different periods of flowering are recommended as resources for the bees species studied. This study emphasizes the importance of plant diversity to keep bees species in meliponaria within Resex Tapajós-Arapiuns areas.

Keywords: Entomopalynology, stingless bees, meliponic flora, trophic resources.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Geral	4
2.2 Específicos	4
3 REFERÊNCIAS	5
CAPÍTULO I. Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published production between 2005 and 2017.	8
1. Introduction	12
2. Material and Methods	13
3. Results and Discussion	14
3.1. Characterization of the scientific production	14
3.2. A map of the pollen types cited in Melissopalynology studies in Brazil	17
3.3. The bees studied and their products	20
4. Final considerations	22
Acknowledgements	23
References	23
CAPÍTULO II. Análise polínica do mel de <i>Melipona (Michmelia) seminigra pernigra</i> Moure & Kerr, 1950 e <i>Melipona (Melikerria) interrupta</i> Latreille, 1811 (Apidae: Meliponini) em duas comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, interior da Amazônia brasileira.	46
Introdução	48
Material e métodos	50
Área de estudo	50
Identificação das abelhas sem ferrão	54
Coleta de mel	55
Processamento laboratorial do material	55
Análise dos grãos de pólen no mel e análise estatística	56
Resultados	57
<i>Melipona seminigra pernigra</i>	57

<i>Melipona interrupta</i> _____	64
Índices ecológicos _____	70
Dados climáticos _____	70
Discussão _____	75
Conclusão _____	79
Referências _____	80
CAPÍTULO III. Palinologia dos méis de <i>Frieseomelitta longipes</i> (Smith, 1854) (Apidae: Meliponini) em duas comunidades inseridas na Reserva extrativista Tapajós-Arapiuna, Baixo Amazonas, Pará. _____	87
Introdução _____	89
Material e métodos _____	90
Área de estudo _____	90
Identificação das abelhas sem ferrão _____	94
Coleta de mel _____	95
Processamento químico e identificação de pólen _____	95
Análise dos grãos de pólen no mel e análise estatística _____	95
Resultados _____	96
Comunidade de Anã _____	96
Comunidade de Solimões _____	105
Índices ecológicos _____	111
Dados climáticos _____	112
Discussão _____	116
Conclusão _____	118
Referências _____	119
4 CONCLUSÃO FINAL _____	123
APÊNDICES _____	125

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Table 1: Scientific articles on melissopalynology in Brazil published between 2005 and 2017, listing year of publication, articles reference, references code, Brazilian region (CW, Center-West. N, North. NE, Northeast. S, South. SE, Southeast), studied material and bee species code – according to Table 3.....	37
Table 2: Number of articles on melissopalynology in Brazil per journal of publication, between 2005 and 2017. Impact factor according to Journal of Citation Reports (JCR).....	43
Table 3: Bee species cited in 132 articles on melissopalynology in Brazil between 2005 and 2017.....	44

Capítulo II

Tabela 1: Percentagens de tipos polínicos coletados pela abelha <i>Melipona seminigra pernigra</i> em amostras de méis de dezembro de 2016 a novembro de 2017 na comunidade de Suruacá, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém (PA).....	59
Tabela 2: Percentagens de tipos polínicos coletados pela abelha <i>Melipona interrupta</i> em amostras de méis de dezembro de 2016 a novembro de 2017 na comunidade de Vila Franca, Reserva extrativista Tapajós- Arapiuns, Santarém -PA.....	65

Capítulo III

Tabela 1: Percentagens de tipos polínicos identificados em amostras de méis de <i>Frieseomelitta longipes</i> coletadas entre dezembro de 2016 e novembro de 2017 na comunidade de Anã, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.....	98
Tabela 2: Percentagens de tipos polínicos identificados em amostras de méis de <i>Frieseomelitta longipes</i> entre dezembro de 2016 e novembro de 2017 na comunidade de Solimões, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.....	106

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figure 1 - Map of Brazil highlighting the percentage of articles focused on melissopalynology per Brazilian regions between 2005 and 2017.....15
- Figure 2 - Number of articles on melissopalynology in Brazil per year of publication, between 2005 and 2017.....16
- Figure 3 - Number of articles on melissopalynology in Brazil per authors who contributed most to that area between 2005 and 2017.....17
- Figure 4 - Most frequent plant families based on the number of pollen types (> 15) listed in articles on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017.....18
- Figure 5 - Occurrence (%) of pollen types cited in at least 40 articles on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017.....19
- Figure 6 - Number of different pollen types per bee species in articles on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017. Codes for bee species follow Table 1.....21

Capítulo II

- Figura 1 - Mapa da Reserva Extrativista Tapajós – Arapiuns (Comunidades de Suruacá e Vila Franca)51
- Figura 2 - Comunidades de Suruacá, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Fonte: Souza, R.R.....53
- Figura 3 - Comunidade de Vila Franca, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Fonte: Rede Mocoronga54
- Figura 4 - a – *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 na entrada da colônia; b – Ninho de *M. seminigra* dentro da caixa padrão no meliponário na comunidade de Suruacá e c – Operárias de *Melipona interrupta* Latreille, 1811 em ninho dentro da caixa padrão na comunidade de Vila Franca, na Resex Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil.....55
- Figura 5 - Registro de diversidade H' e uniformidade J' dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel de *Melipona seminigra* (Msp) e *Melipona interrupta* (Min) e dados de temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) nas comunidades Suruacá (SU) e Vila Franca (VF), Resex Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil, entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.....71

Figura 6 - Grafo (bipartido) de proporção das interações tróficas entre *Melipona interrupta* (Mi) e *Melipona seminigra* (Msp), representando as famílias botânicas compartilhadas por essas espécies no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017. (Comunidades da Resex VF – Vila Franca, SUR – Suruacá)72

Figura 7 - Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Melipona seminigra*. Anacardiaceae, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (1, 2); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (3); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Dialium*; (4); Fabaceae/Mimosoideae, *Mimosa pudica* (5); Melastomataceae, *Bellucia*, *Miconia* e *Mouriri* (6,7,8); Myrtaceae, *Eugenia* e *Myrcia* (9,10); Sapindaceae, *Talisia* (11) Solanaceae, *Solanum* (12).73

Figura 8 - Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Melipona seminigra*. Anacardiaceae, *Spondias mombin* (1); Araliaceae, *Schefflera morototoni* (2); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (3); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Cassia* e *Copaifera* (4,5); Melastomataceae, *Bellucia*, *Miconia* e *Mouriri* (6,7,8); Myrtaceae, *Eugenia*, *Myrcia* e *Psidium* (9,10,11); Solanaceae, *Solanum* (12)74

Capítulo III

Figura 1 - Área de estudo - Mapa da Reserva Extrativista Tapajós–Arapiuns – (Anã e Solimões)91

Figura 2 - a - Meliponário na comunidade de Anã b -Meliponário na comunidade de Solimões, inseridas na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. Fotos: Rogério Souza.....92

Figura 3: Comunidade de Anã, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (Foto: Souza, RR)93

Figura 4: Comunidade de Solimões, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (Foto: Souza, RR)94

Figura. 5 - *Frieseomelitta longipes* na entrada da caixa do meliponário na comunidade de Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil. Foto: Rogério Souza.....94

Figura 6 - Registro de diversidade (H') e uniformidade (J') dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel de *Frieseomelitta longipes* e dados de temperatura ($^{\circ}C$), umidade relativa (%) e precipitação (mm) nas comunidades de Anã e Solimões, Resex Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil, entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.....112

Figura 7 - Grafo (bipartido) de proporção das interações representando as famílias botânicas dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel de *Frieseomelitta longipes* nas comunidades de Anã e Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil, entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.....113

Figura 8 - Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Frieseomelitta longipes*. Anacardiaceae, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (1, 2); Arecaceae, *Bactris* (3); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (4); Celastraceae (5); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Chamaecrista* (6); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Delonix regia* (7);

Lamiaceae (8); Myrtaceae, <i>Eugenia</i> (9); Myrtaceae, <i>Psidium guajava</i> (10); Myrtaceae tipo 6, (11)	Urticaceae,	<i>Cecropia</i>	(12)
.....			114

Figura 9 - Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Frieseomelitta longipes*. Anacardiaceae, *Tapirira guianensis* (1); Araliaceae, *Schefflera morototoni* (2); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (3); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Caesalpinia peltophoporoides* (4); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Delonix regia* (5); Fabaceae/Mimosoideae, *Mimosa guilhandini* (6); Melastomataceae, *Miconia* (7); Moraceae (8); Myrtaceae, *Syzygium malaccense* (9); Myrtaceae tipo 4 (10); Solanaceae (11) e Urticaceae, *Cecropia* (12).....115

1 INTRODUÇÃO GERAL

As abelhas da tribo Meliponini são conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão e, junto com as abelhas melíferas, atingem o mais alto grau de evolução social e são fortemente ligadas a espécies de plantas em florestas tropicais, consideradas como os principais agentes polinizadores, por se alimentam, quase que exclusivamente de pólen e néctar (Velthuis, 1997; Michener, 2013; Absy et al., 2018).

Estão distribuídas em ampla faixa tropical e subtropical do planeta (Michener, 2007), ganhando maiores dimensões na região neotropical, principalmente na floresta amazônica (Silveira et al., 2002; Camargo e Pedro, 2007; Michener, 2007). No Brasil ocorrem cerca de 300 espécies de meliponíneos, de grande importância para a polinização da flora nativa e, conseqüentemente, para a manutenção da fauna e da biodiversidade (Rasmussem e Cameron, 2007; Souza et al., 2009).

Nas regiões interioranas da Amazônia, a criação de abelhas sem ferrão (Meliponicultura), tem se mostrado uma atividade que se enquadra perfeitamente nos preceitos de uso sustentável dos recursos naturais, sem a necessidade da remoção da cobertura vegetal nativa por meio da importância ecológica da interação inseto/planta e tem se mostrado uma excelente alternativa para a geração de renda entre as populações tradicionais (Souza et al., 2013; Costa et al. 2012; Nogueira-Neto, 1997).

Para Ferreira e Absy (2013), a meliponicultura é uma atividade humana que contribui para a conservação das abelhas e de seus habitats. Nos ambientes produtivos, a criação de abelhas estimula a implementação e o manejo de sistemas agroflorestais diversificados, buscando garantir uma pastagem meliponícola variada ao longo do ano todo. Ao mesmo tempo, a localização do meliponário dentro ou próximo aos sistemas agroflorestais favorece a polinização e, com isso, a produção frutífera das espécies de interesse econômico, o que pode gerar diversificação produtiva para as famílias (Oliveira et al., 2013).

As abelhas nativas do Brasil, pertencentes à tribo Meliponini, engloba 60 gêneros distintos. O gênero *Melipona*, encontrado somente na América Neotropical (Sul, Central e Ilhas do Caribe), é o mais diversificado na bacia amazônica. São conhecidas popularmente por jandaíra, jandaíra-preta e jandaíra-da-Amazônia, nomes que podem ser atribuídos para inúmeras espécies diferentes de melíponas, dependendo da região de manejo (Kerr et al., 1996; Nogueira-Neto, 1997; Silveira et al., 2002; Oliveira et al., 2013).

As abelhas do gênero *Melipona* apresentam porte de tamanho médio a grande, variando entre 7 a 15 mm. A construção de seus ninhos geralmente é realizada em troncos de árvores apodrecidos ou em buracos de colônias antigas de formigas ou cupins. A entrada do ninho é geralmente feita com barro puro e/ou própolis, em forma de sulcos ou estrias (Silveira et al., 2002; Michener, 2007; Venturieri et al., 2007; Ballivián, 2008).

Em contrapartida, a espécie de abelha sem ferrão *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854) é um meliponíneo neotropical com distribuição geográfica que vai do sudoeste mexicano ao sudeste brasileiro, sendo encontrado em florestas da Amazônia, em vegetação de caatinga e cerrado. É popularmente conhecida como moça-branca ou menos comumente como marmelada-amarela. São abelhas, bastante agressivas, que ocorrem em diversos estados brasileiros, dentre eles Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Pará (Marques-Souza et al., 1995; Silveira et al., 2002; Teixeira et al., 2007). As colônias podem ser médias a grandes, mas a produção de mel não é muito alta, embora contribuam significativamente para a manutenção dos ecossistemas, por meio da polinização (Faustino et al., 2002; Teixeira et al., 2007; Marques-Souza 2010).

Para a nutrição das colmeias, as abelhas dependem essencialmente de néctar e pólen, pois são as fontes principais de proteína, carboidratos e vitaminas, indispensáveis para o desenvolvimento completo das larvas e adultos. As fêmeas operárias são designadas para o forrageio. Nessa missão, elas saem da colônia à procura de flores poliníferas e nectaríferas (Kerr et al., 1996; Nogueira-Neto, 1997).

A variedade de espécies vegetais que são visitadas pelas abelhas sem ferrão está relacionada com o curto período de floração da maioria dessas plantas e, para evitar a competição pelo mesmo alimento, procuram diversificar as suas coletas com fontes que outros meliponíneos desprezam (Marques-Souza et al., 2002). Entretanto, segundo Hilário et al. (2001), as abelhas também diversificam suas coletas devido a fatores exógenos, tais como: distância entre as plantas e os ninhos, comunicação entre as campeiras, predadores, fatores climatológicos etc.

O reconhecimento das fontes e dos hábitos alimentares das abelhas pode ser realizado por meio de observações diretas das campeiras forrageando nas flores ou de forma indireta pela análise polínica do mel (néctar) e do pólen coletado e transportado para a colônia. Ao coletarem o néctar das flores, as abelhas, involuntariamente, coletam também o pólen, sendo este regurgitado com o néctar nos potes de armazenamento (Barth, 1989; Imperatriz-Fonseca & Kleinert-Giovannini, 1993; Borges et al., 2006; Roubik e Moreno, 2013).

Estudos palinológicos são essenciais porque podem ajudar esclarecer as interações entre polinizadores e espécies de plantas nativas (Novais et al. 2009; Vossler et al. 2014). Na Amazônia a coleta de recursos tróficos pelas abelhas, está condicionada a disponibilidade desses recursos (pólen e néctar), indicando a alta taxa de visitas nas flores e conseqüentemente destaca a importância da vegetação na manutenção da diversidade de abelhas sem ferrão (Marques-Souza et al.2007; Oliveira et al. 2009; Rech e Absy, 2011a, 2011b; Absy et al, 2013; Novais & Absy 2013,2015; Ferreira & Absy 2013, 2015, 2017a, 2017b, 2011b; Rezende et al.2018).

A análise palinológica de vários produtos apícolas, como mel, pólen, geoprópolis, e geleia real, permite identificar as espécies de pólen associadas, e entender a composição da vegetação utilizada pelas abelhas (Barth, 2013). Tais estudos podem contribuir para o entendimento das relações das abelhas com as plantas, como o hábito de forrageamento, o habitat e sua composição, mudanças nas fontes de alimento, período de floração e seu valor como fornecedores de néctar e pólen para as abelhas, além de ser possível a determinação da origem botânica e geográfica do mel (Jones & Bryant Jr., 2004; Ohe et al., 2004; Barth, 2013; Roubik e Moreno, 2013).

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo identificar os recursos tróficos obtidos por meio da análise polínica de amostras de méis de *Melipona seminigra* Moure & Kerr, 1950, *Melipona interrupta* Latreille, 1811 e *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854) em comunidades ao longo da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, visando subsidiar estratégias de conservação e manejo no aumento da produtividade meliponícola regional.

Assim, objetivou-se no primeiro capítulo realizar um levantamento da produção científica relacionada à melissopalínologia no Brasil, bem como inventariar os tipos polínicos registrados nessas publicações, provendo um banco de dados melissopalínológico no período entre 2005 e 2017. Foram considerados artigos indexados na Web of Science (WoS) e na Scientific Electronic Library Online (SciELO).

O segundo capítulo, por sua vez, objetivou identificar os recursos tróficos obtidos por *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* moure & Kerr, 1950 e *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811 nas comunidades Suruacá e Vila Franca, dentro da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas (Pará, Brasil).

No terceiro capítulo, abordamos o conhecimento das relações tróficas entre colônias de *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854), identificando, a partir dos grãos de pólen presentes em méis estocados por essa espécie de abelha, as espécies vegetais com potencial meliponícola,

além de analisar comparativamente esses espectros polínicos nas comunidades Anã e Solimões, localizadas na Resex Tapajós-Arapiuns, no Baixo Amazonas, Pará.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Identificar o pólen contido em amostras de méis das espécies de abelhas *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille e *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854) em comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, visando subsidiar estratégias de conservação e manejo no aumento da atividade meliponícola local.

2.2 Específicos:

- Realizar um levantamento da produção científica relacionada à melissopalínologia no Brasil, bem como inventariar os tipos polínicos registrados nessas publicações, provendo um banco de dados melissopalínológico no período entre 2005 e 2017;
- Identificar os tipos polínicos em amostras de méis das espécies de *Melipona seminigra* e *Melipona interrupta* e *Frieseomelitta longipes* em meliponários de quatro comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns;
- Analisar os índices de diversidade, equitabilidade para *Melipona seminigra*, *Melipona interrupta* e *Frieseomelitta longipes* criadas em meliponário em comunidades da Resex;
- Analisar comparativamente os espectros polínicos da espécie *Frieseomelitta longipes* em duas comunidades da Reserva Extrativista (Resex) Tapajós-Arapiuns, no Baixo Amazonas, Pará.

3 REFERÊNCIAS

- 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*; p. 29–46.
- ABSY, M.L., FERREIRA M.G., MARQUES-SOUZA, A.C. (2013) Recursos tróficos obtidos por abelhas sem ferrão na Amazônia Central e sua contribuição a meliponicultura regional. In: Bermudez EGC, Teles BR, Rocha R, editors. Entomologia na Amazônia Brasileira. 2th ed. Manaus (AM): Editora INPA; p. 147–158
- BALLIVIÁN, P. Abelhas Nativas sem Ferrão. São Leopoldo: Oikos, 2008.
- BARTH, O.M. (1989) O pólen no mel brasileiro, Rio de Janeiro. 150 pp.
- BORGES, R.L.B.; LIMA, L.C.L.; OLIVEIRA, P.P.; SILVA, F.H.M.; NOVAIS, J.S.; DÓREA, M.C.; SANTOS, F.A.R. 2006. O pólen no mel do semiárido brasileiro. In: Santos, F.A.R. (Ed.). *Apium plantae*. IMSEAR, Recife, Pernambuco, p.103–118.
- BARTH O.M. (2013) Palynology Serving the Stingless Bees. In: Vit P., Pedro S., Roubik D. (eds) Pot-Honey. Springer, New York, NY
- CAMARGO, J.M.F.; PEDRO, S.R.M. 2007. Meliponini. In: Moure, J.S.; Urban, D.; Melo, G.AR. (eds.). Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region. Curitiba (Paraná): Sociedade Brasileira de Entomologia, pp. 272-578.
- COSTA, T.V., FARIAS, C.A.G., BRANDÃO, C.S. 2012. Meliponicultura em comunidades tradicionais do Amazonas. *Revista Brasileira Agroecologia* 7:106–115.
- FAUSTINO, C.D.; SILVA-MATOS, E.V.; MATEUS, S.; ZUCCHI, R. (2002) First record of emergency queen rearing in stingless bees (Hymenoptera, Apinae, Meliponini), *Insectes Soc.* 49, 111–113.
- FERREIRA, M.G., ABSY, M.L. (2013) Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. *Acta botanica Brasilica* (4):709–713
- 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. (2017) Pollen analysis of honeys of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. *Grana* 63:1–14

FERREIRA M.G., ABSY, M.L. (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

JONES, G.D., BRYANT, V.M., Jr (1996) Melissopalynology. In Jansonius J; McGregor DC editors. *Palynology: principles and applications*. Dallas, Texas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3: 933–938

HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, (2001) A. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 61(2):91-196.

MARQUES-SOUZA, A.C. (2010) Ocorrência do pólen de *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae) nas coletas de *Frieseomelitta varia* Lepeletier 1836 (Apidae: Meliponinae) em uma área de Manaus, AM, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24:558–566.

MARQUES-SOUZA A.C., MIRANDA, I.P.A., MOURA, C.O., RABELO, A., BARBOSA, E.M. (2002) Características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de meliponíneos da Amazônia Central. *Acta Amazônica* 32: 217-229

MICHENER C.D. (2013) The Meliponini. In: Vit P., Pedro S., Roubik D. (eds) *Pot-Honey*. Springer, New York, NY

MARQUES-SOUZA, A.C., Absy ML, Kerr WE. 2007. Pollen harvest features of the Central Amazonian bee *Scaptotrigona fulvicutis* Moure 1964 (Apidae: Meliponinae), in Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 21:11–20.

NOGUEIRA-NETO, P. (1997) *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo (SP): Editora Nogueirapis

NOVAIS, J. S.; ABSY, M L (2013) A Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Pará, Brazil. *Palynology* 37:218–230.

NOVAIS, J.S., LIMA, L.C.L., SANTOS, F.A.R. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana* 48:224–234.

OLIVEIRA, F.F.; RICHERS, B.T.T.; SILVA J.R.; FARIAS R.C.; MATOS, T.A.L. (2013) Guia Ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Tefé: *IDSMS*, 267 p

OLIVEIRA, F.P.M; ABSY, M.L.; MIRANDA, I.S. (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.

REZENDE, A.C.C., ABSY, M.L., FERREIRA, M.G., MARINHO, H.A., SANTOS, A.O. (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

- RECH, A.R.; ABSY, M.L. (2011) Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. *Grana* 50:150–161.
- ROUBIK, D.W.; MORENO P., J.E. 2013. How to be a bee-botanist using pollen spectra. In: Vit, P.; Pedro, S.R.M.; Roubik, D. (Ed.). *Pot-honey: a legacy of stingless bees*. Springer, New York, p.295–314
- SILVEIRA, F.S.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. (2002) *Abelhas brasileiras: sistemática e Identificação*. Belo Horizonte, p. 253.
- TEIXEIRA, A.F.R.; OLIVEIRA, F.F.; VIANA, B.F. (2007). Utilization of floral resources by bee of the genus *Frieseomelitta* von Ihering (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop. Entomol.*, 36:675-684.
- VELTHUIS, H.H.W. 1997. *Biologia das abelhas sem ferrão*. São Paulo. USP. 33p.
- VOSSLER, F.G., FAGUNDEZ, G.A., BLETTLER, D.C. (2014) Variability of Food Stores of *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the Argentine Chaco Based on Pollen Analysis. *Sociobiology* 61:449–460

CAPÍTULO I

SOUZA, R. R.; ABREU, V. H. R, NOVAIS, J.S. MELISSOPALYNOLOGY IN BRAZIL: A MAP OF POLLEN TYPES AND PUBLISHED PRODUCTION BETWEEN 2005 AND 2017. (Artigo publicado na revista *Palynology* <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01916122.2018.1542355>).

Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017

Rogério Ribeiro de Souza^a, Vanessa Holanda Righetti de Abreu^b & Jaílson Santos de Novais^{a,c}

^aPrograma de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida, Centro de Formação Interdisciplinar, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, Brazil

^bInstituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, Brazil

^cPrograma de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Sul da Bahia, Instituto de Humanidades, Artes e Ciências Sosígenes Costa, Centro de Formação em Ciências Ambientais, Porto Seguro, BA, Brazil

UFSB, Campus Sosígenes Costa, Rod. Porto Seguro – Eunápolis, BR-367, Km 10, CEP 45810-000, Porto Seguro, BA, Brazil. jailson.novais@ufsb.edu.br

ROGÉRIO R. DE SOUZA holds a Licentiate's degree in biology and chemistry, with a major in biology, and a MS degree in society, environment and life quality, both at the Federal University of Western Pará, Brazil. His research interests are mainly focused on biodiversity, health and sustainability, stingless bees and melissopalynology.

VANESSA HOLANDA R. DE ABREU received a BS degree in biological sciences from Castelo Branco University, a MS degree in botany from the National Museum of the Federal University of Rio de Janeiro, and a PhD in plant biology from Rio de Janeiro State University, Brazil. She is a professor at the Federal University of Western Pará. Vanessa has experience in botany, with emphasis on palynology, palynotaxonomy and taxonomy of Asteraceae.

JAÍLSON S. DE NOVAIS is a professor at the Federal University of Southern Bahia (UFSB), based in Porto Seguro, BA, Brazil. He coordinates the interdisciplinary licentiate on natural sciences at UFSB and is curator of palinoFLORAS, a palynological collection associated with

the FLORAS Botanical Garden. Jaílson holds a MS degree in Botany from Bahia State University at Feira de Santana and a PhD in biological sciences (botany) from the Amazon Research National Institute, Brazil. His main research interests rest on melissopalynology and science education, especially teaching botany at botanical gardens.

Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017

We analyzed scientific production related to melissopalynology in Brazil and surveyed the pollen types described in those publications, producing a melissopalynological database. We inventoried articles published between 2005 and 2017 indexed in the Web of Science (WoS) and Scientific Electronic Library Online (SciELO). Searches in WoS involved researching the terms: (1) *mel?ssopalynolog**, (2) *pollen analy?** AND *honey*, (3) *bee* pollen*, (4) *pollen NEAR/15 bee**, (5) *pollen analysis of honey*, and (6) *pollen analy?** NEAR/15 *honey*; in SciELO, we used the search terms: (1) *melissopalinologia*, (2) *pólen* AND *mel*, (3) *pólen* AND *abelha*, (4) *pólen apícola*, and (5) *análise polínica* AND *mel*. Additionally, we consulted the curricula of the principal authors of melissopalynology research in Brazil to identify articles published during that period but not appearing in other database searches. We encountered a total of 133 publications distributed among 56 journals, with a mean of 4.92 authors/publication. A total of 1,362 pollen types were identified, representing 130 botanical families. Among those, the most well-represented in terms of numbers of pollen types were: Fabaceae (270), Asteraceae (89), Euphorbiaceae (61), Rubiaceae (58), Myrtaceae (51), Malvaceae (51), Bignoniaceae (49), and Arecaceae (48). Fifty-nine bee species were mentioned in the studies, distributed among 19 genera. *Apis mellifera* was the most frequently mentioned bee species (73 publications), followed by the native bee species *Tetragonisca angustula* (13 publications). The pollen types most frequently mentioned in the articles were (in decreasing order): *Eucalyptus*, *Myrcia*, *Cecropia*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Vernonia*, Poaceae type, and *Croton*. The inventoried publications comprised all five geographic regions of Brazil, especially the northeastern region of that country, with 59 publications. There are still large extensions of Brazil without any melissopalynological studies, however, principally the central-western and southern regions. As such, more research will be necessary to fill gaps in our knowledge of Brazilian palynodiversity.

Keywords: pollen; bees; floral resources; Brazil; scientometrics; state-of-the-art

1. Introduction

Melissopalynological studies comprise that part of palynology focusing on pollen grains found in the sediments of products elaborated by eusocial bees (Hymenoptera: Apoidea), such as honey, pollen, propolis, and royal jelly, to help determine their botanical and geographic origins (Louveaux et al. 1970; Jones and Bryant 1996). Palynology is an important tool for identifying the floral resources preferentially used by bee populations, as the qualitative and quantitative analyses of pollen grains can reveal aspects of their feeding behaviours and thus contribute to ecological and conservation studies of those insects (Alves-dos-Santos et al. 2016; Novais et al. 2009; Vossler et al. 2014).

Melissopalynological studies contribute to the identification of plant species important to bee nutrition, to botanical information concerning the products derived from the labors of those insects, and can aggregate commercial value. The first studies of melissopalynology in Brazil were undertaken by Santos (1964), who investigated the pollen types present in products such as honey and the pollen masses collected from Africanized bee colonies in the region surrounding Piracicaba, São Paulo State. Subsequent studies by Barth (1969a, 1969b, 1970a, 1970b, 1971a, 1971b, 1973) were undertaken in different regions of Brazil.

In an effort to examine the melissopalynology studies undertaken in Brazil, Barth (2004) published a short review of their findings, including analyses of honey, propolis, and pollen loads. A decade later, Freitas and Novais (2014) compiled studies concerning melissopalynology in the Amazon region, focusing on the pollen types identified and, principally, on the botanical species involved and their relationships to the bee species being studied. Those authors analyzed 28 articles published between 1977 and 2013 and compiled an extensive databank containing 610 pollen types and 49 bee species.

Subsequent to the reviews published by Barth (2004) and Freitas & Novais (2014), numerous additional studies have appeared focusing on the pollen types encountered in apicultural and melliponine products in Brazil. As such, we inventoried the scientific literature concerning melissopalynology in Brazil published between 2005 and 2017 and indexed in the Web of Science and Scientific Electronic Library Online databases, characterizing Brazilian scientific production in that area, especially in terms of their temporal and spatial distributions, considering the five geographic regions of that country.

We then constructed a database that included information about the pollen types identified in those studies, the focal bee species, and the products analyzed (honey, pollen, propolis, etc.). The present work therefore sought to subsidize future melissopalynological research in Brazil and indicate the geographical areas that have been only poorly investigated.

2. Materials and Methods

Two databases were consulted: the Web of Science (WoS) and the Scientific Electronic Library Online (SciELO). WoS was chosen as it comprises 16 separate databases that, together, consider scientific studies published in more than 12,000 scientific journals – thus constituting the principal database for global scientific research (Mugnaini et al. 2017); SciELO includes research studies published in more than 1000 scientific journals, with significant participation of Brazilian and Latin American researchers (Packer et al. 2014).

Consultations of WoS used six (6) search terms in the TOPIC field: (1) *mel?ssopalynolog**, (2) *pollen analy?** AND *honey*, (3) *bee* pollen*, (4) *pollen NEAR/15 bee**, (5) *pollen analysis of honey*, and (6) *pollen analy?** NEAR/15 *honey*, with the subsequent use of filters that considered only papers published between 2005 and 2017 in Brazil. Search operators, such as AND and NEAR, and wildcards (unknown characters), such as the asterisk (* – which can represent any group of characters, including no character) and the question mark (? – which represents any single character), were used to combine terms in order to either broaden or narrow retrieval.

We also consulted the SciELO database for publications not listed by WoS, principally articles published in Portuguese through searches undertaken using the following terms: (1) *melissopalinologia*, (2) *pólen* AND *mel*, (3) *pólen* AND *abelha*, (4) *pólen apícola*, and (5) *análise polínica* AND *mel*. The searches identified 108 articles, of which 20 were considered relevant to the objectives of the present study; certain studies were excluded if they presented overlapping results from searches using WoS.

Additionally, we consulted the "Lattes" platform (lattes.cnpq.br) to access the curricula of the main Brazilian authors of papers found in the WoS and SciELO searches (if they were registered on that platform) to determine if there were additional publications of similar content that did not appear in the two primary databases. The

Lattes platform is the principal site of the curricula of Brazilian researchers. With those results, an additional 33 papers were added to our database.

The characterizations of the scientific productions obeyed the following descriptors: numbers of authors per article; numbers of articles published per year and per region; the journals in which they appeared. The data gleaned from the publications were arranged in tables using Microsoft Excel® software, considering the following descriptors: botanical family, pollen type, bee species, locality (region), and the bibliographic reference of the article. The online databank of the Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org) was consulted to update the family, generic, and species names of the plants. A taxonomic revision of the names of the bee species was performed by consulting the Moure Catalog of Bees (moure.cria.org.br/catalogue).

3. Results and Discussion

3.1. Characterization of the scientific production

Within the set of searches using all of the WoS terms, and after the use of filters and the posterior exclusion of overlaps (identical articles that appear in more than one search), 760 publications were individually consulted to determine if they were appropriate to the objectives of the present study. We selected only articles that directly considered the theme of melissopalynology through studies of the pollen grains collected by the bees or encountered in the products they produced (such as honey, pollen, propolis, and royal jelly). Following that filtering, the WoS search resulted in 80 publications.

SciELO searches resulted in 108 articles, of which 20 were considered appropriate to the objectives of the present study. The consultation of the curricula available on the Lattes platform resulted in an additional 33 articles not encountered in the two earlier searches. As such, 133 publications encountered in the different databanks are discussed here (Supplemental online material 1). The articles are organized according to the year of publication (between 2005 and 2017), references, the identification code of the article in the Supplemental online material, the geographic origin of the type of product examined, as well as the bee species studied.

The north-eastern region of Brazil was the area most intensively studied melissopalynologically, with 44.4% of the publications within the selected time period; Bahia State (situated within that region) was the best represented, with 34 publications.

In second place was the south-eastern region of the country, with 36.8% of the publications; within that region, São Paulo State stood out with 30 publications. The northern region of Brazil was responsible for 11.3% of the publications, with the predominance of Amazonas State (12 articles). The southern region accounted for 4.5% of the published articles, with five of them having been undertaken in Paraná State. The smallest number of publications originated from the central-western region, with only 3% of the articles, with three studies having been undertaken in Mato Grosso do Sul State (Figure 1).

The study by Barth (2004) indicated that pollen analyses of honey produced in the southern region of Brazil were quite infrequent, which was corroborated in the present research – starkly contrasting with the quantities of honey commercially produced in that region. According to Vidal (2018), 39.6 thousand tons of honey were produced in Brazil in 2016, of which 17.1 thousand tons were produced in its southern region, but with only low numbers of melissopalynological studies from that area.

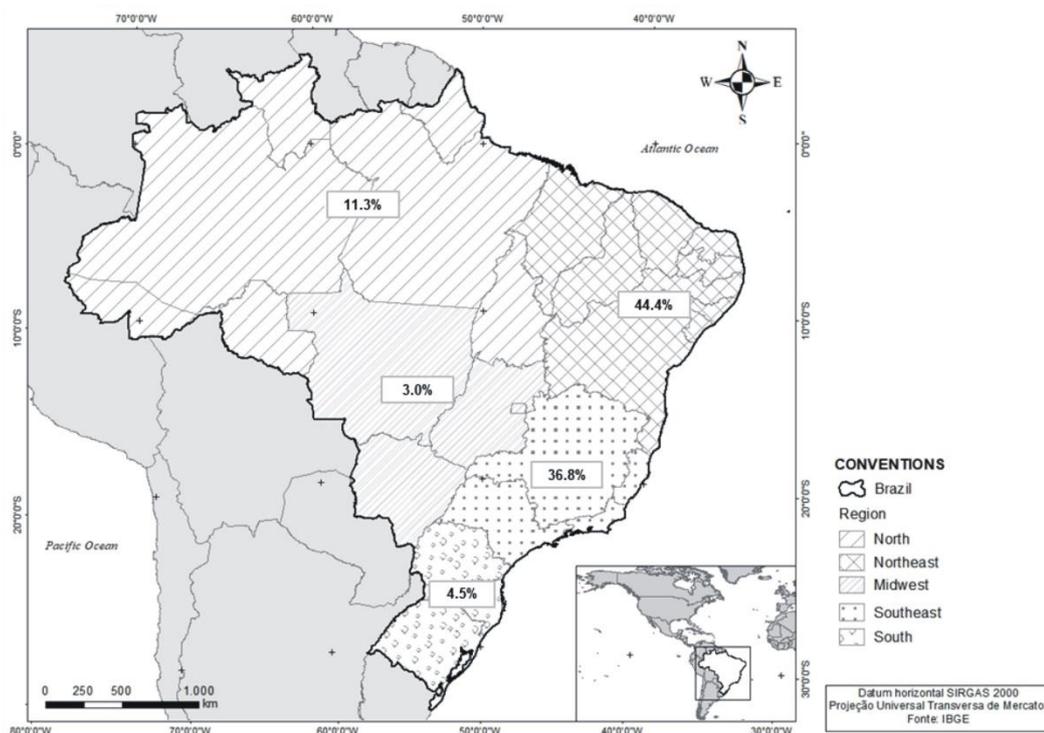


Figure 1. Map of Brazil, highlighting the percentages of articles focused on melissopalynology per Brazilian region between 2005 and 2017.

Brazil is composed of 26 states and one Federal District. Among those localities, the states of Acre, Alagoas, Amapá, Goiás, Mato Grosso, Paraíba, Pernambuco, Rio

Grande do Norte, Rondônia, and Tocantins, as well as the Federal District, were not represented in any study between 2005 and 2017. In relation to the year of publication (2005-2017), 14, 13 and 12 articles were published in the years 2011, 2009, and 2010/2014 respectively, while 15 or more articles were published in 2013, 2015, and 2017. The lowest number of publications (3) was observed in 2008. The mean number of annual publications was 10.15.

It is therefore quite apparent that there were significant increases in the numbers of publications during the period examined, especially from 2009 onwards (Figure 2). According to the Research in Brazil report (produced by the analytical team of Clarivate Analytics for the Brazilian Higher Education Coordination - CAPES), scientific research in the country increased significantly between 2011 and 2016 (Cross & Sibclair 2018).

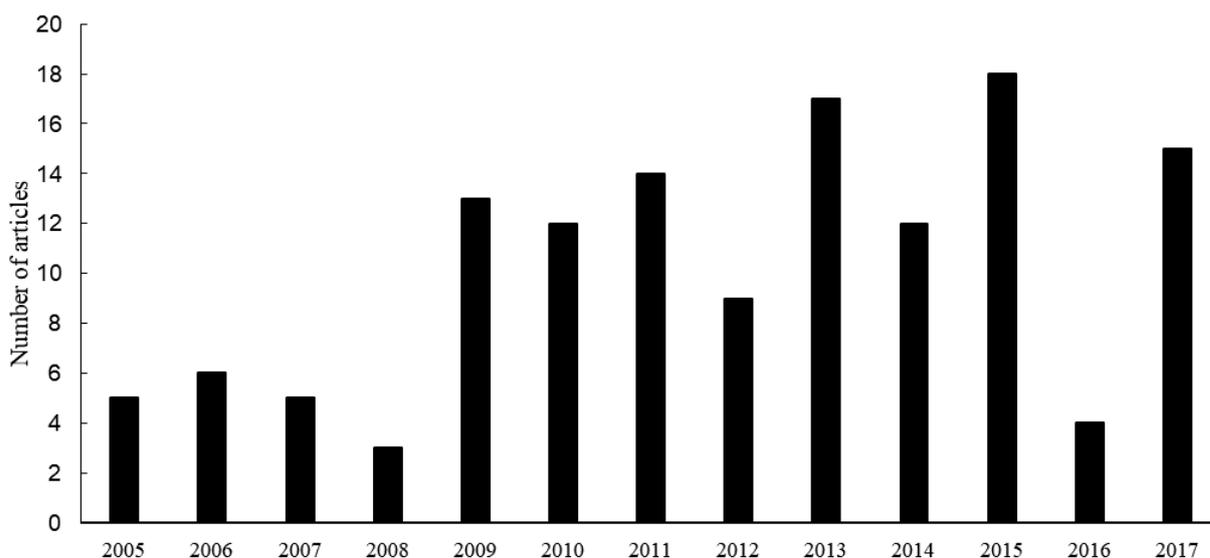


Figure 2. Numbers of articles on melissopalynology in Brazil per year of publication, between 2005 and 2017.

We observed that 77.4% of the articles published were written in English, the remainder (22.6%) in Portuguese. The articles were published in 54 distinct journals, 33 of them with impact factor (JCR 2017) (Supplemental online material 2); some journals published more than five articles on the theme during the period between 2005 and 2017: Grana (13 publications), Sociobiology (12), Acta Botanica Brasilica (10), Palynology (8), Anais da Academia Brasileira de Ciências (6), and the Journal of Apicultural Research (6). Those results indicated an increase in the internationalization of scientific research in

Brazil. More than 60% of the melissopalynological studies were published in journals with impact factors, which probably reflects the heightened requirements of graduate programs in Brazil.

There were 79 different authors of the 133 publications inventoried, with a mean of 4.9 authors per publication. The authors with the greatest numbers of publications during the study period (in decreasing order) were: FAR Santos (29 articles), CFP Luz (23), OM Barth (23), ML Absy (14), CAL Carvalho (14), LC Marchini (13), ACCC Moretti (12), JS Novais (11), and MC Dórea (10) (Figure 3).

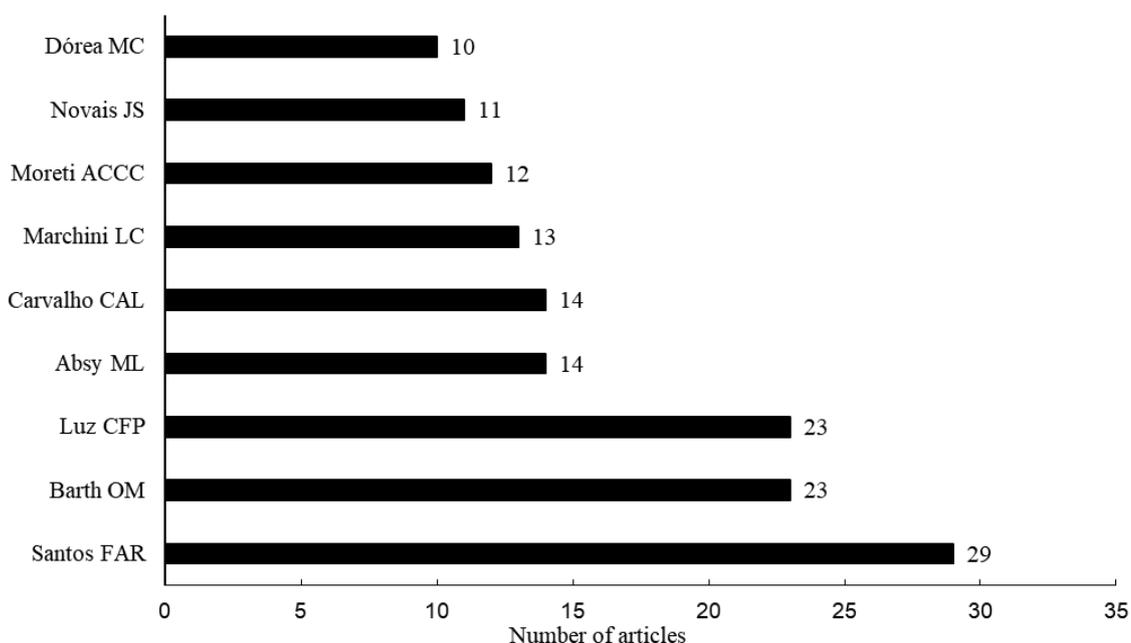


Figure 3. Numbers of articles on melissopalynology in Brazil per the authors who contributed most to that area between 2005 and 2017.

3.2. A map of the pollen types cited in *Melissopalynology studies in Brazil*

A total of 1,362 pollen types were cited in melissopalynology studies, distributed among 130 botanical families (see Supplemental online material). The family Fabaceae demonstrated the greatest number of pollen types in the databank (270), followed by the families Asteraceae (89), Euphorbiaceae (61), Rubiaceae (58), Myrtaceae (51), Malvaceae (51), Bignoniaceae (49), and Arecaceae (48) (Figure 4). That data for all of Brazil corroborated the work of Freitas & Novais (2013), who reported very similar

results for the Brazilian Amazon region.

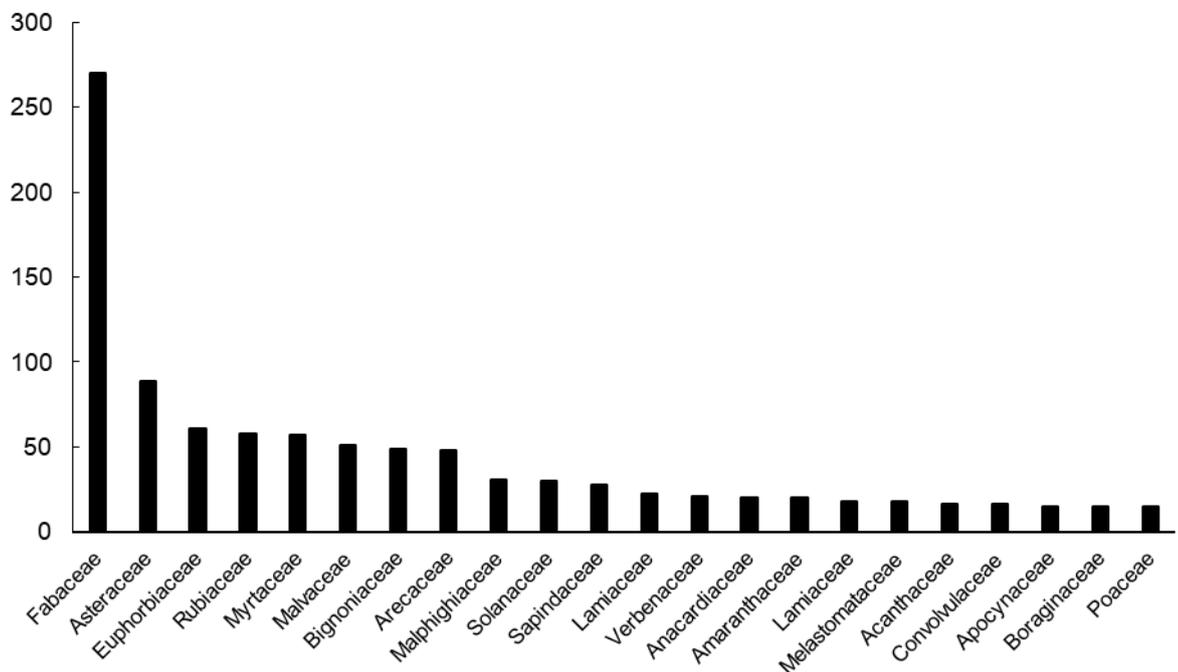


Figure 4. The most frequent plant families, based on the number of pollen types (> 15), listed in articles on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017.

In relation to the pollen types encountered in bee products, *Eucalyptus* (Myrtaceae) was the most frequent, being cited in 77 of the inventoried texts; that pollen type was followed by *Myrcia* (Myrtaceae) (63), *Cecropia* (Urticaceae) (63), *Mimosa caesalpiniiifolia* (55) (Fabaceae), *Vernonia* (51) (Asteraceae), Poaceae (49), and *Croton* (42) (Euphorbiaceae) (Figure 5). The high percentage of *Eucalyptus* pollen types in honey samples from Brazil reflects the advance of this monoculture in several Brazilian states. According to Aguiar et al. (2003), monoculture planting of *Eucalyptus* began in Brazil many decades ago, such as in the states of Espírito Santo (in the 1960s) and Bahia (in the 1980s). Since then, the cellulose industry has expanded operations into the Atlantic Rainforest.

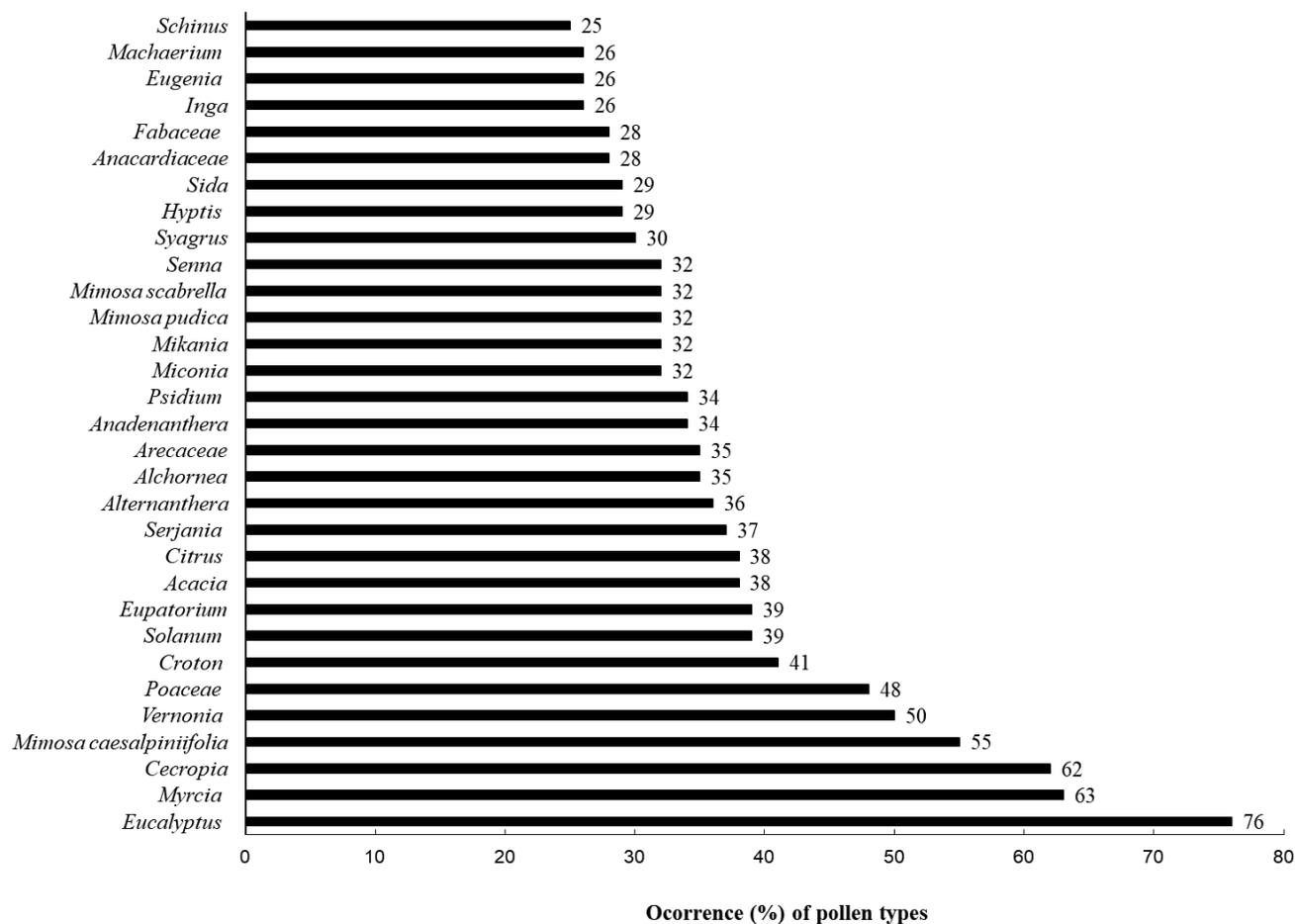


Figure 5. Occurrence (%) of pollen types cited in more than 40 articles on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017.

As mentioned earlier, the inventoried texts considered five regions of Brazil (Figure 1). In the northern region, the pollen types most collected by bees as food resources (according to the 15 published papers examined) were from: *Alchornea*, *Byrsonima*, *Cecropia*, *Euterpe precatória*, *Miconia*, *Mimosa pudica*, *Protium*, *Schefflera morototoni*, and *Tapirira guianensis*. In the northeast, among the 59 publications analyzed, the pollen types most collected were from: *Borreria verticillata*, *Croton*, *Cecropia*, *Eucalyptus*, *Mikania*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Myrcia*, *Poaceae* type, *Solanum*, and *Schinus*. In the southeast, among the 49 publications analyzed, the pollen types most collected were from: *Anadenanthera*, *Cecropia*, *Citrus*, *Eucalyptus*, *Eupatorium*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Myrcia*, and *Poaceae* type. In the central-western region, only four melissopalynological publications were encountered, with the most frequent pollen types being from: *Citrus*, *Elephantopus*, *Eucalyptus*, and *Tabebuia*.

Barth (2004) reported that publications from the southern region of Brazil were very infrequent – a situation that persisted into the next decade, with only six publications between 2005 and 2017. It is worth noting that the 1,362 pollen types distributed among 130 botanical families in the 133 scientific publications inventoried here reflect the richness of the Brazilian flora encountered in its different phytogeographical domains, including the Amazon, Cerrado, Atlantic Forest, Caatinga, Pantanal, among others. Each domain has a distinct flora that is adapted to regional environmental conditions.

3.3. The bees studied and their products

A total of 56 bee species were studied in the scientific publications inventoried here, distributed among 19 genera: *Aparatrigona* Moure, 1951 (1 sp.); *Apis* L., 1758 (1 sp.); *Centris* Fabricius, 1804 (5 spp.) *Cephalotrigona* Schwarz, 1940 (2 spp.); *Frieseomelitta* Lepeletier, 1836(1 sp.); *Lestrimelitta* Smith, 1863 (1 sp.); *Melipona* Illiger 1806 (16 spp.); *Nannotrigona* Lepeletier, 1836 (1 sp.); *Nogueirapis* Moure 1953 (1 sp.); *Oxytrigona* Cockerell, 1917 (1 sp.); *Partamona* Schwarz, 1939 (6 spp.); *Plebeia* Schwarz, 1938 (1 sp.); *Ptilotrigona* Moure, 1951 (1 sp.); *Scaptotrigona* Moure 1942 (6 spp.); *Scaura* Schwarz, 1938 (2 spp.); *Schwarzula* Moure 1946 (1 sp.); *Tetragona* Lepeletier & Serville, 1828 (1 sp.); *Tetragonisca* Moure 1946 (2 spp.), and *Trigona* Jurine, 1807 (6 spp.) (Supplemental online material 3).

Overall, 74 publications studied only the bee species *Apis mellifera*; one publication focused on *A. mellifera* and *Melipona (Michmelia) scutellaris* (Latreille, 1811) (Ramalho et al. 2007), and another on *A. mellifera* and *Tetragonisca angustula* (Barth et al. 2013). *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) was the native bee species most studied (13 publications), followed by *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811) (9 publications), *Melipona (Melipona) quadrifasciata anthidioides* (Lepeletier, 1836), and *Melipona (Melipona) subnitida* (Ducke, 1910) with 8 publications each.

Apis mellifera was the bee species associated with the greatest richness of pollen types (844) in the databases (Figure 6), although that apparent high species richness was influenced by the fact that *A. mellifera* was the object of the greatest number of publications (76) and is the species most managed by associations, cooperatives, and autonomous beekeepers for honey production. According to Rech et al. (2014), social bees are best known and studied, as many of them are commercially valuable, including

the honey bee (*A. mellifera*) and various stingless bee species of the Brazilian fauna known as meliponines. Melissopalynological studies focusing on native bee species were only undertaken in the northern region of Brazil during the period investigated. The Amazon region is known as the global cradle of stingless bees, reflecting their importance as pollinators of edible crops and fruit trees (Carvalho-Zilse et al. 2005).

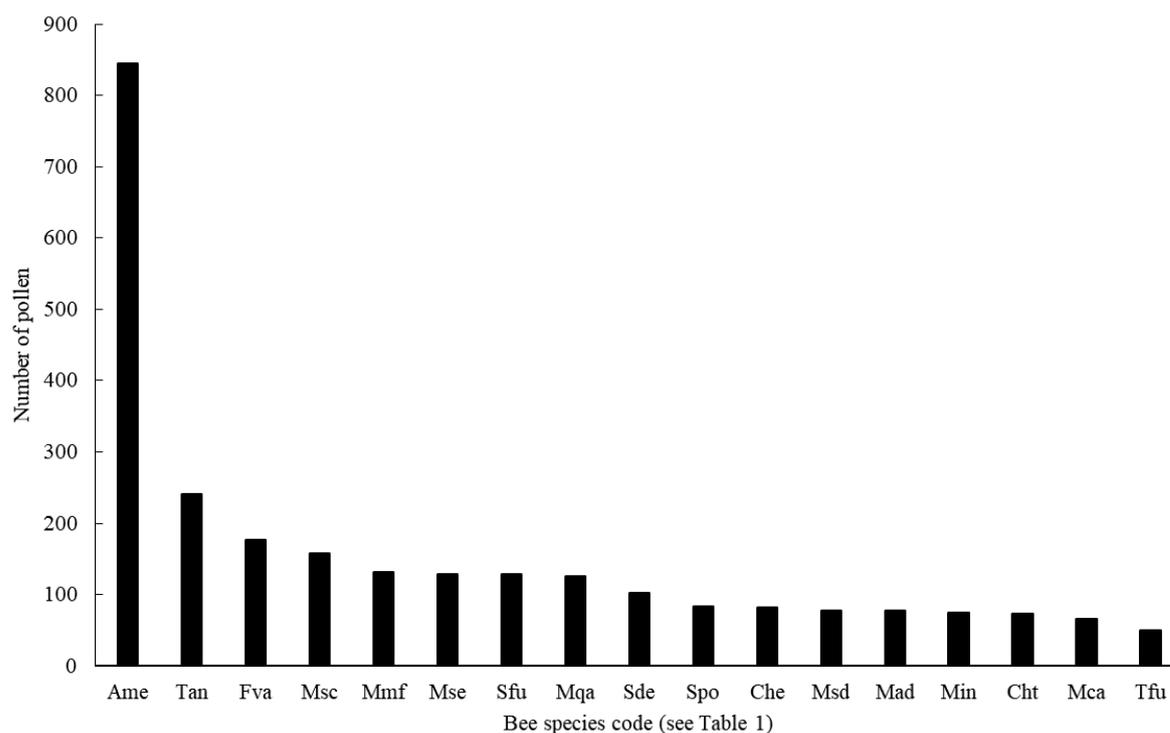


Figure 6. Numbers of different pollen types per bee species in articles on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017. Codes for bee species follow Supplemental online material 1.

The melissopalynological analyses of bee products allowed diagnoses of the pollen types they contained - which were found to be highly variable depending on the flowers visited during foraging. The apicultural products analyzed in the publications (in decreasing order) were: corbicula or stocked pollen (73), honey (43), propolis (8), geopropolis (4), pollen and honey (3), and post-emergence residues (2). Although the last item is not related to any bee-derived commercial product, it was included in the survey as it is important for characterizing the diets of those insects (Ferreira & Absy 2013).

Propolis began to be melissopalynologically studied in Brazil more recently than other apicultural products (Barth 1998). Although melissopalynological studies of propolis use were reported in only eight publications (as seen in the present survey), older chemical studies were more frequent, such as those examining the use of natural medicines, and indicated that propolis was quite valuable due to its complex chemical composition (including up to 300 known compounds; Matos et al. 2014).

4. Final considerations

The analysis of scientific production in melissopalynology in Brazil based on the WoS and SciELO databases, and supplemented with consultations of the curricula of Brazilian authors available on the Brazilian Lattes platform, revealed 133 publications distributed among the five regions of that country - with the greatest number (49) having been undertaken in the north-eastern region. As such, there are still gaps in our melissopalynological knowledge in certain regions, such as the central-western and southern portions of that country. Those areas should therefore be considered for priority research emphasis.

Native bees have been preferentially studied in the northern region of Brazil, while studies of Africanized bees (*Apis mellifera*) have predominated in the rest of the country. Propolis, geopropolis, and royal jelly have been little studied over-all, from a palynological point of view. It will be necessary to invest in research and teaching institutes in Brazil to guarantee the training of human resources for palynological studies, to strengthen existing research groups, and to initiate new melissopalynological investigations, especially in interior regions. There has also been a lack of publication of pollinic catalogs in Brazil, which makes the identification of pollen types found in bee products more difficult – especially in light of the widely diverse national flora – with most pollen types having only been identified to the genus or family level.

Acknowledgements

We thank Dr. ML Absy and her group at the Laboratory of Palynology at Amazon Research National Institute (INPA, Brazil), along with the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES, Brazil) for a MS fellowship to RRS.

References

- Abreu CO, Hilário SD, Luz CFP, Alves-dos-Santos I. 2014. Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. *Sociobiology* 61:441–448.
- Aguiar AP, Chiarello AG, Mendes SL, Matos EM. 2003. The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest. In: Galindo-Leal C, Câmara IB, editors. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. Washington: Island Press; p. 118–132.
- Aleixo KP, Faria LB, Garófalo CA, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI. 2013. Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepeletier) (Hymenoptera: Apidae) in an urban landscape. *Sociobiology* 60: 266–276.
- Almeida AMM, Carvalho CAL, Abreu RD, Santos FAR, Araújo RCMS, Oliveira PP. 2005a. Espectro polínico de amostras de mel de *Apis mellifera* L. provenientes de Nova Soure, Bahia. *Revista de Agricultura* 80:131–147.
- Almeida-Anacleto D, Marchini LC, Moreti ACCC, Souza VC. 2012. Plants used by bees as pollen sources in the Brazilian 'cerrado'. *Sociobiology* 59:1483–1493.
- Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth OM. 2005b. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 105–111.
- Almeida-Muradian LB, Souza RJ, Barth OM, Gallmann P. 2014. Preliminary data on Brazilian monofloral honey from the northeast region using ft-ir atr spectroscopic, palynological, and color analysis. *Química Nova* 37:716–719.
- Almeida-Muradian LB, Stramm K, Horita A, Barth OM, Silva AF, Estevinho LM. 2013. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from and. *International Journal of Food Science & Technology* 48:1698–1706.
- Alves RF, Santos FAR. 2014. Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. *Palynology* 38:1–11.

- Alves RF, Santos FAR. 2016. Arecaceae potential for production of monofloral bee pollen. *Grana* 57: 1–10.
- Alves RM, Souza BA, Carvalho CA. 2006. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera - Apidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 28:3–38.
- Alves-dos-Santos I, Silva CI, Pinheiro M, Kleinert AMP. 2016. Quando um visitante floral é um polinizador? *Rodriguésia* 67(2):295–307.
- Andrade JP, Costa SN, Santana ALA, Santos PC, Alves RMO, Carvalho CAL. 2009. Perfil polínico do mel de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) proveniente de colônias instaladas em área de agricultura familiar na Bahia. *Revista Brasileira de Agroecologia* 4:636–640.
- Antonini Y, Soares SM, Martins RP. 2006. Pollen and nectar harvest by a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae: Meliponini), in an urban area Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 41:209–215.
- Araújo DFD, Moreti ACCC, Silveira TA, Marchini LC, Otsuk IP. 2013. Pollen content in honey of *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera, Apidae) in an Atlantic forest fragment in the municipality of Piracicaba, São Paulo State, Brazil. *Sociobiology* 60:1–5.
- Araújo JS, Chambó ED, Costa MAPC, Silva SMPC, Carvalho CAL, Estevinho LM. 2017. Chemical composition and biological activities of mono- and heterofloral bee pollen of different geographical origins. *International Journal of Molecular Sciences* 18:921.
- Arruda VAS, Pereira AAS, Freitas AS, Barth OM, Almeida-Muradian LB. 2011. Dried bee pollen: B Complex vitamins, physicochemical and botanical composition. *Journal of Food Composition and Analysis* 100–105.
- Azevedo MS, Valentim-Neto PA, Seraglio SKT, da Luz CFP, Arisi ACM, Costa ACO. 2017. Proteome comparison for discrimination between honey dew and floral honeys from botanical specie. *Mimosa scabrella* Bentham by principal component analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97(13):4515–4519.
- Barth OM, Freitas AS, Oliveira ES, Silva RA, Maester FM, Andrella RRS, Cardozo GMBQ. 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 82: 110.

- Barth OM, Freitas AS, Sousa GL, Almeida-Muradian LB. 2013a. Pollen, physicochemical and trophic analysis of paired honey samples of *Apis* and *Tetragonisca* bees. *Interciencia* 38:280–285.
- Barth OM, Freitas FO, Matsuda AH, Almeida-Muradian LB. 2013b. Botanical origin and Artepillin-C content of Brazilian propolis samples. *Grana* 52(2):129–135.
- Barth OM, Luz CFP. 2009. Palynological analysis of Brazilian red propolis samples. *Journal of Apicultural Research* 48:1–7.
- Barth OM, Maiorino C, Benatti APT, Bastos DHM. 2005. Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indicados monoflorais do Sudeste do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 25:229–233.
- Barth OM, Munhoz MC, Luz CFP. 2009. Botanical origin of *Apis* pollen loads using color, weight and pollen morphology data. *Acta alimentaria* 38:133–139.
- Barth OM. 1969a. O estudo do pólen no mel. *O Apiário* 14:19–23.
- Barth OM. 1969b. Pollenspektrum einiger brasilianischer Honige. *Zeitschrift für Bienenforschung* 9:410–419.
- Barth OM. 1970a. Análise microscópica de algumas amostras de mel. Pólen Dominante. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 42:351–366.
- Barth OM. 1970b. Análise microscópica de algumas amostras de mel. Pólen Acessório. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 42:571–590.
- Barth OM. 1971a. Análise microscópica de algumas amostras de mel. Espectro polínico de algumas amostras de mel dos Estados da Bahia e do Ceará. *Revista Brasileira de Biologia* 31:431–434.
- Barth OM. 1971b. Mikroskopische Bestandteile brasilianischer Honigtau-honige. *Apidologie* 2:157–167.
- Barth OM. 1973. Rasterelektronenmikroskopische beobachtungen na pollenkoernern wichtiger brasilianischer bienenpflanzen. *Apidologie* 4:317–329.
- Barth OM. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 61:3423–50.
- Barth OM. 2005. Botanical resources used by *Apis mellifera* determined by pollen analysis of royal jelly in Minas Gerais, Brazil. *Journal of Apicultural Research* 44:78–81.
- Barth OM. 2006. Palynological analysis of geopropolis samples obtained from six species of Meliponinae in the Campus of the Universidade de Ribeirão Preto, USP, Brasil. *Apiacta* 1:1–14.

- Barth OM. 1998. Pollen analysis of Brazilian propolis. *Grana*, v. 37, p. 97-101,
- Boff S, Luz CFP, Araújo AC, Pott A. 2011. Pollen analysis reveals plants foraged by africanized honeybees in the Southern Pantanal, Brazil. *Neotropical Entomology* 40:47–54.
- Borges RLB, Jesus MC, Camargo RCR, Santos FAR. 2014. Pollen content of marmeleiro (*Croton* spp., Euphorbiaceae) honey from Piauí State, Brazil. *Palynology* 38:1–16.
- Borsato DM, Farago PV, Luz CFP, Alencar SM, Almeida MM. 2014a. Physicochemical quality, botanical origin and antioxidant properties of floral honeys from Campos Gerais region, Brazil. *Interciencia* 39:249–254.
- Borsato DM, Prudente AS, Döll-Boscardin PM, Borsato AV, Luz CFP, Maia BHLNS, Cabrini DA, Otuki M.F, Miguel MD, Farago PV, Miguel OG. 2014b. Topical anti-inflammatory activity of a monofloral honey of *Mimosa scabrella* provided by *Melipona marginata* during winter in Southern Brazil. *Journal of Medicinal Food* 17(7):8178–25.
- Bosco LB, Luz CFP. 2017. Pollen analysis of Atlantic forest honey from the Vale do Ribeira region, state of São Paulo, Brazil. *Grana* 56:1–14.
- Braga JA, Sales EO, Soares-Neto J, Conde MM, Barth OM; Lorenzon M.C. 2012. Floral sources to *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) and their pollen morphology in a Southeastern Brazilian Atlantic Forest. *Revista de Biología Tropical* 60:1491–1501.
- Carneiro-Neto TFS, Rebouças PLO, Pereira JE, Duarte PM, Santos MHLC, Silva GC, Siqueira, KMM. 2017. Spectrum of pollen stored by *Melipona mandacaia* (Smith, 1863) (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in an urban arid landscape. *Sociobiology*. 64:284–291.
- Carpes ST, Cabral ISR, Luz CFP, Capeletti JP, Alencar SM, Masson M.L. 2009. Palynological and physical-chemical characterization of *Apis mellifera* L. bee pollen in the Southern region of Brazil. *International Journal of Food, Agriculture and Environment*. 7:667–673.
- Carpes ST, Alencar SM, Cabral ISR, Oldoni TLC, Mourão GB, Haminiukh CWI, Luz CFP, Masson M.L. 2013. Polyphenols and palynological origin of bee pollen of *Apis mellifera* L. from Brazil: Characterization of polyphenols of bee pollen. *CyTA Journal of Food*. 11:150–161.
- Carvalho-Zilse GA, Silva CGN, Zilse N, Vilas-Boas HC, Silva AC, Laray JP, Freire DCB, Kerr WE. 2005. Criação de abelhas sem ferrão. Manaus: IBAMA/PRÓVARZEA. 27p.
- Costa SN, Alves RMO, Carvalho CAL, Conceição PJ. 2015. Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* Latreille na região semiárida. *Ciência Animal Brasileira*. 16:491–497.

- Costa SN, Andrade JP, Santana ALA, Santos PC, Alves RMO, Carvalho CAL. 2009. Perfil polínico da carga de pólen transportada por *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) proveniente de colônias instaladas em áreas de agricultura familiar na Bahia. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 4:1804–1807.
- Cross, STD, Sibclair, A. 2018. Research in Brazil: A report for CAPES by Clarivate Analytics. Clarivate Analytics; [accessed 2018 Oct 26]. <http://portal.if.usp.br/ifusp/pt-br/not%C3%Adcia/panorama-da-produ%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%Adfica-do-brasil-2011-2016>.
- Cruz APA, Dórea MC, Lima, LCLE. 2015. Pollen types used by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (1874) (Hymenoptera, Apidae) in the provisioning of brood cells in an area of Caatinga. *Acta Botanica Brasilica*. 29:2822–84.
- D'Apólito C, Pessoa SM, Manente-Balestieri FCL, Balestieri JBP. 2010. Pollen harvest by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the Dourados region, Mato Grosso do Sul state (Brazil). *Acta Botanica Brasilica* 24(4):898–904.
- Deveza MV, Keller KM, Lorenzon MCA, Nunes LMT, Sales EO, Barth OM. 2015. Mycotoxicological and palynological profiles of commercial brands of dried bee pollen. *Brazilian Journal of Microbiology* 46(4):1171–1176.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR. 2010a. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. *Oecologia Australis* 14:232–237.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR. 2010b. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. *Apidologie* 41:557–567.
- Dórea MC, Novais JS, Santos FAR. 2010c. Botanical profile of bee pollen from South Coastline region of Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24:862–867.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCLE, Santos FAR. 2013. A study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in Caatinga vegetation, Bahia, Brazil. *Grana* 52:122–128.
- Dórea MC, Santos FAR, Aguiar CM.L, Martins CF. 2017. Bee life in the city: an analysis of the pollen provisions of *Centris (Centris) flavifrons* (Centridini) in an urban area. *Sociobiology* 64:166–173.

- Dórea MC, Santos FAR, Lima LCLE, Figueroa LER .2009. Análise polínica do resíduo pós-emergência de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). *Neotropical Entomology* 38:197–202
- Faria LB, Aleixo KP, Garófolo CA, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI. 2012. Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche* 2012: 1–12.
- 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 Brasilica* 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, 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.
- Freire KRL, Lins ACS, Dórea MC, Santos FAR, Silva TMS. 2012. Palynological origin, phenolic content, and antioxidant properties of honeybee-collected pollen from Bahia, Brazil. *Molecules* 17:1652–1664.
- Freitas AS, Arruda VAS, Almeida-Muradian LB, Barth OM. 2013. The botanical profiles of dried bee pollen loads collected by *Apis mellifera* (Linnaeus) in Brazil. *Sociobiology* 60:56–64.
- Freitas AS, Barth OM, Oliveira ES, Matsuda AH, Almeida-Muradian LB. 2011. A palynological analysis of Brazilian propolis samples. *Journal of Apiprodukt and Apimedical Science* 03:67–74.
- Freitas AS, Barth OM, Luz CFP. 2010a. Própolis marrom da vertente atlântica do Rio de Janeiro, Brasil: uma avaliação palinológica. *Rev Bras Bot.* 33:343–354.

- Freitas AS, Luz CFP, Barth OM. 2010b. Análise polínica comparativa e origem botânica de amostras de mel de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do Brasil e da Venezuela. *Mensagem Doce*. 106:2–10.
- Freitas AS, Sattler JAG, Souza BR, Almeida- Muradian LB, Sattler A, Barth OM. 2015. A melissopalynological analysis of L. loads of dried bee pollen in the southern Brazilian macro-region. *Grana* 54:305–312.
- Freitas AS, Vanderborght B, Barth OM. 2017. Pollen resources used by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier in an urban forest in Rio de Janeiro City, Brazil. *Palynology*. 42:1–8.
- Freitas WAT, Novais JS. 2013. Melissopalynology in the Brazilian Amazon: a databank of pollen types cited in the literature. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 14:103–136.
- Frias BED, Barbosa CD, Lourenço AP. 2015. Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): impact on adult health. *Apidologie* 9:1.
- Jesus MC, Borges RB, Almeida SB, Brandão HN, Santos FAR. 2014. A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. *Palynology* 39:110–124.
- Jones GD, Bryant VM, Jr. 1996. Melissopalynology. In Jansonius J; McGregor DC editors. *Palynology: principles and applications*. Dallas, Texas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3: 933–938.
- Jong D, Silva EJ, Kevan PG, Atkinson JL. 2009. Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen. *Journal of Apicultural Research* 48:34–37.
- Kadri SM, Zaluski R, Lima GPP, Mazzafera, Oliveira RO. 2016. Characterization of *Coffea arabica* monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. *Food Chemistry* 203:252–257.
- Lima Neto JS, Lopes JAD, Moita Neto JM, Lima SG, Luz CFP, Cito AMGL. 2017. Volatile compounds and palynological analysis from pollen pots of stingless bees from the mid-north region of Brazil. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 53:1–9.
- Lima R, Caliman MJF, Dórea MC, Garcia CT, Santos FAR, Oliveira FF, Garófalo CA. 2017. Floral resource partitioning between *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) and *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 (Hymenoptera, Apidae, Centridini), in an urban fragment of the Atlantic Forest. *Sociobiology* 64:292–300.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1970. Internationale Kommission Für Bienenbotanik Der I. U. B. S: Methodik der Melissopalynologie. *Apidologie* 1(2): 193–209.

- Lucas CIS, Andrade WC, Ferreira AF, Sodré GS, Carvalho CAL, Costa MAPC, Aguiar CML. 2017. Pollen types from colonies of *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) established in a coffee plantation. *Grana* 57:1–11.
- Luz CFP, Bacha Júnior GL, Fonseca RLS, Sousa PR. 2010. Comparative pollen preferences by africanized honey bees *Apis mellifera* L. of two colonies in Pará de Minas, Minas Gerais, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 82:293–304.
- Luz CFP, Barth OM, Bacha Junior G.L. 2009. Análise palinológica de própolis vermelha do Brasil: subsídios para a certificação de sua origem botânica e geográfica. *Mensagem Doce* 102:10–15.
- Luz CFP, Barth OM. 2012. Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. *Revista Brasileira de Botânica* 35:79–85.
- Luz CFP, Fernandes-Salomão TM, Lage LGA, Resende HC, Tavares MG, campos LAO. 2011. Pollen Sources for *Melipona capixaba* moure & Camargo: An endangered Brazilian stingless bee. *Psyche: A Journal of Entomology* 2011:1–7
- 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. *Revista Brasileira de Botânica* 30:29–36.
- 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* Lepeletier 1836 (Apidae: Meliponinae) em uma área de Manaus, AM, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24:558–566.
- Martins ACL, Rego MMC, Carreira L, Albuquerque PMC. 2011. Espectro polínico de mel de tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). *Acta Amazonica* 41:183–190.

- Matos VR, Alencar SM, Santos FAR. 2014. Pollen types and levels of total phenolic compounds in propolis produced by *Apis mellifera* L. (Apidae) in an area of the Semiárido Region of Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86:407–418.
- Matos VR, Santos FAR. 2015. Pollen in honey of *Melipona scutellaris* L. (Hymenoptera: Apidae) in an Atlantic Rainforest area in the state of Bahia, Brazil. *Palynology* 40:1–35.
- Matos VR, Santos FAR. 2016. The pollen spectrum of the propolis of *Apis mellifera* L. (Apidae) from the Atlantic Rainforest of Bahia, Brazil. *Palynology* 40:1–9.
- Melo ILP, Freitas AS, Barth OM, Almeida-Muradian LB. 2009. Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 68:346–353.
- Mendonça K, Marchini LC, Souza BA, Almeida-Anacleto D, Moreti ACCC. 2008a. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. *Ciência Rural* 38:1748–1753.
- Mendonça K, Marchini LC, Souza BA, Almeida-Anacleto D, Moreti ACCC. 2008b. Plantas apícolas de importância para *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apoidea) em fragmento de cerrado de Itirapina, SP. *Neotropical Entomology* 37:513–521.
- Modro AFH, Maia E, Message D, Luz CFP, Silva IC. 2009. Subamostragem de pólen apícola para análise melissopalínológica. *Hoehnea* 36:709–714.
- Modro AFH, Marchini LC, Moreti ACCC. 2011. Origem botânica de cargas de pólen coletadas sazonalmente em colmeias de abelhas africanizadas em uma área remanescente de Mata Atlântica. *Ciência Rural* 41:4497.
- Modro AFH, Message D, Luz CFP, Meira Neto JAA. 2007. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:1057–1065.
- Modro AHF, Luz CFP, Neto JAAM. 2011. Flora de importância poliníferas para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. *Revista Árvore* 35:1145–1153.
- Moreti ACCC, Arruda CFM, Marchini LC, Sodré GS. 2005. Análise polínica de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) da Chapada do Araripe, Município de Santana do cariri, Ceará, Brasil. *Boletim de Indústria Animal* 62:235–244.
- Morgado LN, Andrade RC, Lorenzon MCA, Gonçalves-Esteves V. 2011. Padrão polínico utilizado por *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Meliponini). *Acta Botanica Brasílica* 5:932–934.

- Mugnaini R, Fujino A (Org.), Kobashi NY (Org.). 2017. Bibliometrics and scientometrics in Brazil: scientific research assessment infrastructure in the era of Big Data. ECA/USP 1:218p.
- Nascimento AS, Carvalho CAL, Sodr e GS, Pereira LL, Machado CS, Jesus LS. 2009. Recursos nectar feros e polin feros explorados por *Melipona quadrifasciata anthidioides* em Cruz das Almas, Bahia. *Magistra* 21:25–29.
- Nascimento AS, Carvalho CAL, Sodr e GS. 2015a. The pollen spectrum of *Apis mellifera* honey from Reconcavo of Bahia, Brazil. *Journal of Scientific Research and Reports* 6:426–438.
- Nascimento AS, Marchini LC, Carvalho CAL, Araújo DFD, Silveira TA. 2015b. Pollen spectrum of stingless bees honey (Hymenoptera: Apidae), Paraná State, Brazil. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3:290–296.
- Novais JS, Absy ML, Santos FAR. 2014. Pollen types collected by *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) in dry vegetation in northeastern Brazil. *European Journal of Entomology* 111:25–34.
- 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.
- Novais JS, Absy. 2013. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. *Arthropod-Plant Interact.* 7:619–632.
- Novais JS, Garcez ACA, Absy ML, Santos FAR. 2015. Comparative pollen spectra of *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) from the Lower Amazon (N Brazil) and caatinga (NE Brazil). *Apidologie* 46: 417–431.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2006. Espectro polínico de m is de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 coletados na caatinga de Canudos, Bahia, Brasil. *Magistra* 18:257–264.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semiarid area from Bahia, Brazil. *Grana* 48:224–234.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2010. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 75:1355–1358.

- Oliveira DJ, Carvalho CAL, Sodré GS, Paix  JF, Alves RMO. 2016. Partitioning of pollen resources by two stingless bee species in the north Bahia, Brazil. *Grana* 4:1–9.
- 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 PP, van den Berg C, Santos FAR. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana* 49:66–75.
- Oliveira RG, Jain S, Luna AC, Freitas LS, Araújo ED. 2017. Screening for quality indicators and phenolic compounds of biotechnological interest in honey samples from six species of stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 37(4):552–557.
- Packer AL, Cop N, Luccisano A, Ramalho A, Spinak E, orgs. SciELO – 15 Anos de Acesso Aberto: um estudo analítico sobre Acesso Aberto e comunica o científica. Paris: UNESCO; 188 p.
- Pinto RS, Albuquerque PMC, Rêgo MMC. 2015. Pollen analysis of food pots stored by *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae) in a restinga area. *Sociobiology* 61:461–469.
- Poderoso JCM, Correia-Oliveira ME, Paz LC, Sousa TMSE, Vilca FZ, Dantas PC, Ribeiro GT. 2012. Botanical preferences of Africanized bees *Apis mellifera* on the Coast and in the Atlantic Forest of Sergipe, Brazil. *Sociobiology* 59:97–105.
- Ramalho MS, Silva MD, Carvalho CAL. 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera, Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), no domínio tropical atl ntico. *Neotropical Entomology* 36:38–45.
- Rech AR, Absy ML. 2011a. Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. *Grana* 50(2):150–161.
- Rech AR, Absy ML. 2011b. Pollen storages in nests of bees of the genera *Partamona*, *Scaura* and *Trigona* (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 55(3):361–372.
- Rech AR, Agostini K, Oliveira PEGM, Machado ICS. 2014. *Biologia da poliniza o*. Projeto Cultural, Rio de Janeiro 524 p.
- Ribeiro MHM, Albuquerque PMC, Luz CFP. 2016. Pollen profile of geopropolis samples collected of t buca (*Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith 1854) in areas of cerrado and flooded fields in the state of Maranhão, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 39:895–912.

- Ribeiro MHM, Luz CFP, Albuquerque PMC. 2013. Pollen analysis of geopropolis of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 (Meliponini, Apidae, Hymenoptera) in areas of Restinga, Cerrado and flooded fields in the state of Maranhão, Brazil. *Grana* 52:81–92.
- Santana ALA, Fonseca AAO, Alves RMO, Carvalho Cal, Melo PA, Santos ES, Souza BA, Jesus JN, Sodré GS, 2011. Tipos polínicos em amostras de mel de abelhas sem ferrão de municípios do Semiárido Baiano. *Magistra* 23:134–139.
- Santos CFO. 1964. Avalia o do período de florescimento das plantas apícolas no ano de 1960, através do pólen contido nos méis e dos coletados pelas abelhas (*Apis mellifera* L.) *Anais da ESALQ* 21:253–264.
- Santos RM, Aguiar CML, Dórea MC, Almeida GF, Santos FAR, Augusto SC. The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum and trophic niche breadth in an agroecosystem. *Apidologie* 44:630–641.
- Sekine ES, Toledo VAA, Caxambu MG, Chmura ST, Eliza H, Sereia MJ, Marchini LC, Moreti ACCC. 2013 Melliferous flora and pollen characterization of honey samples of *Apis mellifera* L., 1758 in apiaries in the counties of Ubiratã and Nova Aurora, PR. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85:307–326.
- Sereia MJ, Alves EM, Toledo VAA, Marchini LC, Sekine ES, Faquinello P, Almeida D, Moreti ACCC. 2011. Physicochemical characteristics and pollen spectra of organic and non-organic honey samples of *Apis mellifera* L. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83:1077–1090.
- Serra BDV, Luz CFP, Campos LAO. The use of polliniferous resources by *Melipona capixaba*, an endangered stingless bee species. *Journal of Insect Science* 12:1–14
- Silva APC, Lima AS, Santos FAR. Botanical biodiversity in honey samples from the semiarid region of Sergipe state, Brazil. *Magistra* 24:158–171.
- Silva APC, Santos FAR. 2014. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana* 53: 1–12.
- Silva AS, Fernandes NS, Cavalcante AM, Lima AON, Freitas BM. 2015. Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen   abelha melífera na estiagem da caatinga. *Revista Caatinga* 28: 197–206.
- Silva CRB, Orsi RO, Putarov TC. 2013. Pollen spectrum of propolis samples from São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 35:97–300.

- Silva GR, Natividade TB, Camara CA, Silva EMS, Santos FAR, Silva TMS. 2014. Identification of sugar, amino acids and minerals from the pollen of jandaíra stingless bees (*Melipona subnitida*). Food and Nutrition Sciences 05:1015–1021.
- Silva IAA, Silva TMS, Camara CA, Queiroz N, Magnani M, Novais JS, Soledade LEB, Lima EO, Souza AL, Souza AG. 2013. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. Food Chemistry 141:3552–3558.
- Silva SJR, Absy ML, Flach A, Neves RO, Malaspina O. 2015. Toxicidade do pólen de *Ferdinandusa paraensis* Ducke (Rubiaceae) para abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em Roraima, Brasil, região amazônica. Bol. Mus. Int. de Roraima 9:12–18.
- Silva TMS, Camara CA, Lins ACS, Barbosa-Filho JM, Silva EMS, Freitas BM, Santos FAR. 2006. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. Journal of Food Composition and Analysis. 19:507–511.
- Silva TMS, Camara CA, Lins ACS, Barbosa-Filho JM, Silva SEM, Freitas BM, Silveira TA, Oliveira CEM, Moreti ACCC, Otsuk IP, Marchini. 2012. Botanical origin of protein sources used by honey bees (*Apis mellifera* L.) in Atlantic forest. Sociobiology 59:1229–1238.
- Silva TMS, Santos FP, Rodrigues AE, Silva EMS, Silva GS, Novais JS, Santos FAR, Camara CA. 2013. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. Journal of Food Composition and Analysis 29:10–18.
- Silva CI, Hirotsu CM, Pacheco Filho AJS, Queiroz EP, Garófalo CA. 2017. Is the maximum reproductive rate of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) associated with floral resource availability?. Arthropod-Plant Interactions 11:1–14.
- Silva, TMG, Silva PR, Camara CA, Silva GS, Santos FAR, Silva TMS. 2014. Chemical analysis and antioxidant potential of angico honey collected by stingless bee jandaíra. Revista Virtual de Química 6:1370–1379.
- Silveira TA, Oliveira CFM, Moreti ACCC, Otsuk IP, Marchini LC. 2012. Botanical origin of protein sources used by honeybees (*Apis mellifera* L.) in atlantic Forest. Sociobiology. 59:1.229–1.238.

- Simeão CMG, Silveira FA, Sampaio IBM, Bastos EMAF. 2015. Pollen analysis of honey and pollen collected by *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae), in a mixed environment of *Eucalyptus* plantation and native cerrado in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75: 821–829.
- Sodré GS, Marchini LC, Carvalho CAL, Moreti ACCC. 2007. Pollen analysis in honeys samples from the two main producing regions in the Brazilian northeast. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 79: 381–388.
- Sodré GS, Marchini LC, Moreti ACCC, Carvalho CAL. 2008. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. *Ciência Rural* 38:839–842.
- Souza HR, Corrêa MAS, Cruz-Barros MAV, Albuquerque PMC. 2015. Espectro polínico da própolis de *Scaptotrigona aff. postica* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) em Barra do Corda, MA, Brasil. *Revista Acta Amazonica* 45:07–316.
- Tette PAS, Guidi LR, Bastos EMAF, Fernandes C, Glória MBA. 2017. Synephrine - A potential biomarker for orange honey authenticity. *Food Chemistry* 229:527–533.
- Ueira-Vieira C, Silva-Nunes CG, Absy ML, Pinto MFFC, Keer WE, Bonetti AM, Carvalho-Zilse GA. 2013. Pollen diversity and pollen ingestion in an Amazonian Stingless Bee, *Melipona seminigra* (Hymenoptera, Apidae). *Journal of Apicultural Research* 52:173–178.
- Vidal MF. 2018. Produção de mel na área de atuação do BNB entre 2011 e 2016. *Caderno Setorial ETENE* 30:1–12.
- Vieira GHC, Marchini LC, Moreti ACCC. 2011. Pollen spectrum of honey produced by *Apis mellifera* in a cerrado area in the municipality of Cassilândia/MS/Brazil. *Sociobiology* 58:693–699.
- Vossler FG, Fagundez GA, Blettler DC. 2014. Variability of food stores of *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the Argentine Chaco based on pollen analysis. *Sociobiology* 61(4):449–460.

Supplemental online material 1. Scientific articles on melissopalynology in Brazil published between 2005 and 2017, listing year of publication, the article's references, the reference code, the Brazilian region (CW, Central-Western. N, Northern. NE, Northeastern. S, Southern. SE, South-eastern), the material studied, and the bee species code – according to Supplemental online material 3.

	References	Code	Brazilian region	Studied material	Bee species
2005	Almeida et al. (2005)	3	NE	Honey	2
	Almeida-Muradian et al. (2005)	103	SE	Pollen balls	2
	Barth (2005)	68	SE	Royal jelly	2
	Barth et al. (2005)	102	SE	Honey	2
	Moreti et al. (2005)	129	NE	Honey	2
2006	Alves et al. (2006)	119	NE	Honey	22
	Antonini et al. (2006)	69	SE	Pollen	25
	Barth (2006)	104	SE	Geopropolis	10,11,25,28,49,55
	Novais et al. (2006)	91	NE	Honey	46
	Oliveira et al. (2006)	47	NE	Pollen	25,26
	Silva et al. (2006)	93	NE	Pollen	27
2007	Luz et al. (2007)	60	SE	Pollen and honey	2
	Marques-Souza et al. (2007)	6	N	Pollen	41
	Modro et al. (2007)	63	SE	Pollen	2
	Ramalho et al. (2007)	37	NE	Pollen	2,26
	Sodré et al. (2007)	31	NE	Honey	2
2008	Mendonça et al. (2008a)	79	SE	Honey	2
	Mendonça et al. (2008b)	80	SE	Honey	2
	Sodré et al. (2008)	120	NE	Honey	2

	References	Code	Brazilian region	Studied material	Bee species
2009	Andrade et al. (2009)	121	NE	Honey	26
	Barth & Luz (2009)	106	SE	Red propolis	2
	Barth et al. (2009)	53	S and SE	Pollen	2
	Carpes et al. (2009)	115	S	Pollen	2
	Costa et al. (2009)	122	NE	Pollen	26
	Dórea et al. (2009)	51	NE	Post-emergence residue	4
	Jong et al. (2009)	78	SE	Pollen	2
	Luz et al. (2009)	118	NE	Propolis	2
	Melo et al. (2009)	105	SE	Pollen	2
	Modro et al. (2009)	64	SE	Pollen	2
	Nascimento et al. (2009)	123	NE	Honey	25
	Novais et al. (2009)	23	NE	Pollen	2
	Oliveira et al. (2009)	10	N	Pollen	9,14,16,54
	2010	Barth et al. (2010)	107	SE	Pollen
D'polito Junior et al 2010		126	CW	Pollen	2
Dórea et al. (2010a)		81	NE	Pollen	2
Dórea et al. (2010b)		95	NE	Residual pollen	5
Dórea et al. (2010c)		96	NE	Pollen	4
Ferreira et al. (2010)		84	CW	Pollen corbicular	40
Freitas et al. (2010a)		57	SE	Propolis	2
Freitas et al. (2010b)		117	Brazil an Venezuela	Honey	11,16,20,21,23,27,48,49,56
Luz et al. (2010)		61	SE	Honey	2
Marques-Souza (2010)		94	N	Pollen corbicular	10
Novais et al. (2010)		24	NE	Pollen	2
Oliveira et al. (2010)		28	NE	Honey	2

	References	Code	Brazilian region	Studied material	Bee species
2011	Freitas et al. (2011)	108	SE	Pollen	2
	Boff et al. (2011)	83	CW	Pollen	2
	Luz et al. (2011)	62	SE	Pollen	19
	Marques et al. (2011)	39	NE	Honey	2
	Martins et al. (2011)	19	NE	Honey	12
	Modro et al. (2011)	65	SE	Pollen	2
	Modro et al. (2011)	74	SE	Pollen	2
	Morgado et al. (2011)	76	SE	Royal jelly	49
	Rech & Absy (2011a)	11	N	Pollen	1,9,29,30,37,38,43,47,50
	Rech & Absy (2011b)	12	N	Pollen	31,32,33,34,35,36,45,46,51,52,55,56
	Santana et al. (2011)	124	NE	Honey	17,22,25,26,42,49
	Sekine et al. (2011)	89	S	Honey	2
	Sereia et al. (2011)	77	SE	Honey	2
	Vieira et al. (2011)	130	CW	Pollen	2
2012	Almeida-Anacleto et al. (2012)	127	SE	Pollen	2
	Braga et al. (2012)	56	SE	Pollen	49
	Faria et al. (2012)	132	SE	Pollen corbicular	40
	Freire et al. (2012)	97	NE	Pollen	2
	Luz & Barth (2012)	59	SE	Honey	2
	Poderoso et al. (2012)	52	NE	Honey	2
	Serra et al. (2012)	116	SE	Pollen corbicular	19
	Silva et al. (2012)	27	NE	Honey	2
	Silveira et al. (2012)	66	SE	Pollen	2
2013	Aleixo et al. (2013)	131	SE	Pollen	10
	Araújo et al. (2013)	75	SE	Pollen	2

	References	Code	Brazilian region	Studied material	Bee species
	Arruda et al. (2013)	110	SE	Pollen	2
	Barth et al. (2013a)	54	SE	Honey	2,49
	Barth et al. (2013b)	111	NE, SE and S	Pollen	2
	Carpes et al. (2013)	114	SE	Pollen	2
	Almeida-Muradian et al. (2013)	109	NE	Honey	2
	Dórea et al. (2013)	17	NE	Pólen residual	7
	Ferreira & Absy (2013)	1	N	Post-emergence residue	13
	Freitas et al. (2013)	42	Brazil	Geopropolis	2
	Novais et al. (2013a)	8	N	Honey	49
	Novais et al. (2013b)	25	NE	Honey	49
	Santos et al. (2013)	98	NE	Honey	5
	Silva et al. (2013a)	43	NE	Honey	27
	Silva et al. (2013b)	70	SE	Propolis	2
	Silva et al. (2013c)	101	NE	Honey	16
	Ueira-Vieira et al. (2013)	13	N	Pollen	16
2014	Abreu et al. (2014)	113	SE	Pollen	25
	Almeida-Muradian et al. (2014)	38	NE	Honey	2
	Alves & Santos (2014)	14	NE	Honey	2
	Borges et al. (2014)	16	NE	Honey	2
	Borsato et al. (2014a)	85	Sul	Honey	23
	Borsato et al. (2014b)	88	Sul	Honey	2
	Jesus et al. (2014)	18	NE	Honey	2
	Matos et al. (2014)	22	NE	Propolis	2
	Novais et al. (2014)	26	NE	Honey	49

	References	Code	Brazilian region	Studied material	Bee species
	Silva & Santos (2014)	30	NE	Honey	2
	Silva et al. (2014a)	99	NE	Pollen	37
	Silva et al. (2014b)	100	NE	Honey	27
2015	Costa et al. (2015a)	50	NE	Pollen	2
	Cruz et al. (2015)	36	NE	Pollen	4
	Deveza et al. (2015)	112	SE	Pollen	2
	Ferreira & Absy (2015)	2	N	Pollen corbicular	13,16
	Freitas et al. (2015)	87	S	Pollen	2
	Frias et al. (2015)	73	SE	Pollen	2
	Matos & Santos (2015a)	20	NE	Honey	26
	Nascimento et al. (2015a)	86	S	Honey	8,18,23,24,25,26,44,49
	Nascimento et al. (2015b)	125	NE	Pollen	2
	Novais & Absy (2015)	7	N	Honey	49
	Novais et al. (2015)	9	N	Honey	49
	Pinto et al. (2015)	40	NE	Pollen and honey	27
	Ribeiro et al. (2015)	15	NE	Geopropolis	12
	Silva et al. (2015a)	46	NE	Pollen	2
	Silva et al. (2015b)	92	N	Pollen (in natura)	2
	Simeão et al. (2015)	72	SE	Pollen and honey	2
	Souza et al. (2015)	32	NE	Propolis	39
2016	Alves & Santos (2016)	45	NE	Honey	2
	Kadri et al. (2016)	71	SE	Honey	2
	Matos & Santos (2016)	21	NE	Propolis	2
	Ribeiro et al. (2016)	29	NE	Geopropolis	12
2017	Araújo et al. (2017)	44	NE	Pollen	2
	Azevedo et al. (2017)	33	SE	Honey	2

References	Code	Brazilian region	Studied material	Bee species
Bosco & Luz (2017)	55	SE	Honey	2
Carneiro-Neto et al. (2017)	41	NE	Honey	23
Dórea et al. (2017)	48	NE	Pollen	3
Ferreira & Absy (2017a)	4	N	Honey	13,16
Ferreira & Absy (2017b)	5	N	Pollen corbicular and Pot honey	13
Freitas et al. (2017)	58	SE	Pollen	25
Lima et al. (2017)	35	NE	Pollen	5,6
Lima Neto et al. (2017a)	90	NE	Pollen	43
Lima Neto et al. (2017b)	49	NE	Pollen	43
Lucas et al. (2017)	128	NE	Pollen	26
Oliveira et al. (2017)	34	NE	Honey	17,20,25,26,27
Silva et al. (2017)	82	SE	Pollen	5
Tette et al. (2017)	67	SE	Pollen	2

Supplemental online material 2. Numbers of articles on melissopalynology in Brazil per journal of publication, between 2005 and 2017. Impact Factors Trend 2017 according to the InCites Journal Citation Reports (JCR).

Journals	Number of articles by journals	Impact factor (JCR)
Grana	13	1.085
Sociobiology	12	0.699
Acta Botanica Brasilica	9	0.752
Palynology	8	1.064
Anais da Academia Brasileira de Ciências	6	0.861
Journal of Apicultural Research	6	1.895
Apidologie	4	2.196
Journal of Food Composition and Analysis	4	2.752
Magistra	4	-
Neotropical Entomology	4	0.756
Acta Amazonica	3	0.408
Ciência Rural	3	0.382
Food Chemistry	3	4.529
Arthropod-Plant Interactions	2	1.441
Brasilian Journal of Botany	2	0.797
Ciência Animal Brasileira	2	-
Food Science and Technology	2	1.262
Interciencia	2	0.28
Mensagem Doce	2	-
Psyche: A Journal of Entomology	2	0.80
Revista Brasileira de Entomologia	2	0.711
Revista Brasileira de Agroecologia	2	-
Acta Scientiarum	1	0.558
Acta Scientiarum. Animal Sciences	1	0.88
Apiacta	1	-
Boletim do Museu Integrado de Roraima	1	-
Boletim de Indústria Animal	1	-
Brazilian Journal of Biology	1	0.783
Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences	1	0.474
CyTA Journal of Food	1	0.824
Ciência e Tecnologia de Alimentos	1	0.75
European Journal of Entomology	1	0.86
Food and Nutrition Sciences	1	2.56
Hoehnea	1	0.0486
International Journal of Food, Agriculture and Environment	1	0.26
International Journal of Molecular Sciences	1	3.482
Journal of Arid Environments	1	1.835
Journal of Entomology and Zoology and Studis	1	0.555

Journals	Number of articles by journals	Impact factor (JCR)
Journal of Apiprodukt and Apimedical Science	1	1.00
Journal of Insect Science	1	0.843
Journal of Medicinal Food	1	1.955
Journal of Scientific Research and Reports	1	0.351
Journal of the Science of Food and Agriculture	1	2.463
Molecules	1	2.861
Oecologia Australis	1	0.55
Pesquisa Agropecuária Brasileira	1	0.65
Plos One	1	3.54
Revista de Biología Tropical	1	0.49
Revista Árvore	1	0.492
Revista Caatinga	1	0.267
Revista de Agricultura	1	-
Revista do Instituto Adolfo Lutz	1	0.07
Revista Virtual de Química	1	0.18
Studies on Neotropical Fauna and Environment	1	0.315

Supplemental online material 3. Bee species cited in 133 articles on melissopalynology in Brazil between 2005 and 2017.

Code	Bee species	Initials
1	<i>Aparatrigona impunctata</i> (Ducke, 1916)	Aim
2	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Ame
3	<i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	Cfa
4	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith (1874)	Cta
5	<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius 1801)	Che
6	<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	Cht
7	<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841	Ctr
8	<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)	Cca
9	<i>Cephalotrigona femorata</i> (Smith, 1854)	Cfe
10	<i>Frieseomelitta varia</i> (Lepeletier 1836)	Fva
11	<i>Lestrimelitta limao</i> (Smith, 1863)	Les
12	<i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i> Smith, 1854	Mmf
13	<i>Melipona (Melikerria) interrupta</i> Latreille, 1811	Min
14	<i>Melipona (Michmelia) fulva</i> Lepeletier 1836	Mfu
15	<i>Melipona (Michmelia) paraensis</i> Ducke, 1916	Mpa
16	<i>Melipona (Michmelia) seminigra merrillae</i> (Friese, 1903)	Mse
17	<i>Melipona (Eomelipona) asilvai</i> Moure, 1971	Mas
18	<i>Melipona (Eomelipona) bicolor bicolor</i> Lepeletier, 1836	Mbi
19	<i>Melipona (Michmelia) capixaba</i> Moure & Camargo, 1994	Mca
20	<i>Melipona (Melikerria) compressipes</i> (Fabricius, 1804)	Mpc
21	<i>Melipona (Melipona) favosa</i> (Fabricius, 1798)	Mfo
22	<i>Melipona (Melipona) mandacaia</i> Smith, 1863	Mad

Code	Bee species	Initials
23	<i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836	Mma
24	<i>Melipona (Michmelia) mondury</i> Smith, 1863	Mmo
25	<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata anthidioides</i> Lepeletier, 1836	Mqa
26	<i>Melipona (Michmelia) scutellaris</i> Latreille, 1811	Msc
27	<i>Melipona (Melipona) subnitida</i> Ducke, 1910	Msd
28	<i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836)	Nan
29	<i>Nogueirapis butteli</i> (Friese, 1900)	Nbu
30	<i>Oxytrigona flaveola</i> (Friese, 1900)	Oxf
31	<i>Partamona ailyae</i> Camargo, 1980	Pai
32	<i>Partamona epiphytophila</i> Pedro & Camargo, 2003	Pep
33	<i>Partamona ferreirai</i> Pedro & Camargo, 2003	Pfe
34	<i>Partamona mourei</i> (Camargo, 1980)	Pmo
35	<i>Partamona pearsoni</i> (Schwarz, 1938)	Ppe
36	<i>Partamona vicina</i> Camargo, 1980	Pvi
37	<i>Plebeia minima</i> (Gribodo, 1893)	Pmi
38	<i>Ptilotrigona lurida</i> (Smith, 1854)	Plu
39	<i>Scaptotrigona Postica</i> (Latreille, 1807)	Spo
40	<i>Scaptotrigona depilis</i> (Moure, 1942)	Sde
41	<i>Scaptotrigona fulvicutis</i> (Moure, 1964)	Sfu
42	<i>Scaptotrigona tubiba</i> (Smith, 1863)	Stu
43	<i>Scaptotrigona</i> sp.	Ssp
44	<i>Scaptotrigona xanthotricha</i> Moure, 1950	Sxa
45	<i>Scaura latitarsis</i> (Friese, 1900)	Sla
46	<i>Scaura tenuis</i> (Ducke, 1916)	Ste
47	<i>Schwarzula coccidophila</i> Camargo & Pedro, 2002	Sco
48	<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	Tcla
49	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Tan
50	<i>Tetragonisca</i> sp.	Tsp
51	<i>Trigona branneri</i> Cockerell, 1912	Tba
52	<i>Trigona cilipes</i> (Fabricius, 1804)	Tci
53	<i>Trigona dalatorreana</i> Friese, 1900	Tda
54	<i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844	Tfu
55	<i>Trigona recurva</i> Smith, 1863	Ter
56	<i>Trigona williana</i> Friese, 1900	Twi

Supplemental online material 4. Map of the pollen types listed in articles focused on melissopalynology in Brazil, published between 2005 and 2017. The database includes the plant family, pollen type, bee species, and code for the article's reference where the data can be found. Codes and abbreviations follow Supplemental online material 1 and 3. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01916122.2018.1542355>

CAPÍTULO II

SOUZA, R.R.; NOGUEIRA, L.L, PIMENTEL, A.D.A, ABREU, V.H.R, NOVAIS, J.S. ANÁLISE POLÍNICA DO MEL DE *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* MOURE & KERR, 1950 E *Melipona (Melikerria) interrupta* LATREILLE, 1811 (APIDAE: MELIPONINI) EM DUAS COMUNIDADES DA RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS, INTERIOR DA AMAZÔNIA, SANTARÉM, PARÁ (O artigo será submetido à *Arthropod-Plant Interactions* na versão em língua inglesa).

Análise polínica do mel de *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811 (Apidae: Meliponini) em duas comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, interior da Amazônia, Santarém, Pará

Resumo

Este estudo tem por objetivo identificar os recursos tróficos obtidos por *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811 em duas comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns - Resex, na região do Baixo Amazonas (Pará, Brasil), no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017, visando subsidiar a formulação de estratégias de conservação no manejo do aumento da atividade meliponícola regional. O todo foram processadas 24 amostras de méis, sendo 12 de *M. seminigra pernigra*, coletadas na comunidade Suruacá (2°54'00" S 55°09'52" W), e 12 amostras de *M. interrupta*, procedentes da comunidade Vila Franca (2°21'21" S 55°00'24" W). As amostras foram acetolisadas conforme protocolo usual em melissopalínologia. Foi identificado um total de 103 tipos polínicos, distribuídos em 21 famílias e oito tipos indeterminados. Destes, 59 tipos foram exclusivos para *M. seminigra pernigra*, 29 tipos para *M. interrupta* e 15 tipos polínicos foram compartilhados entre as duas espécies de abelhas. Estes resultados indicam que as famílias Anacardiaceae, Burseraceae, Melastomataceae e Myrtaceae foram as mais atrativas nesse estudo e consideradas recursos-chave na manutenção destas abelhas nessas comunidades. O compartilhamento de tipos polínicos de ambas as abelhas revelou alta similaridade entre elas quanto à preferência por determinados recursos. Para todo conjunto de amostras, a espécie *M. seminigra* exibiu maiores valores para o índice de diversidade ($H' = 1,928$) em comparação com *M. interrupta*, a qual apresentou menor diversidade ($H' = 1,292$). Em relação à uniformidade de coleta, a espécie *M. semigra* apresentou o maior índice de equitabilidade ($J' = 0,801$), já a espécie *M. interrupta* mostrou coletas menos uniformes ($J' = 0,629$). Tal resultado indica que as coletas das operárias de *M. seminigra* apresentaram um padrão mais homogêneo comparado com as de *M. interrupta*. Estes dados sugerem que os meliponicultores devem considerar a diversidade de espécies vegetais que são compartilhadas entre essas abelhas e mantê-las próximo aos meliponários, o que favorecerá o manejo e a produção de mel, além de manter a biodiversidade local.

Palavras-chave: abelhas sem ferrão, recursos tróficos, meliponicultura, Amazônia

Introdução

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, além de promoverem a conservação das espécies vegetais e a sobrevivência de suas colônias (Frazão 2013; Ferreira e Absy 2017a, Ferreira e Absy 2017b; Absy et al. 2018; Rezende et al. 2018).

A meliponicultura é uma atividade que vem ganhando destaque na região Norte do Brasil, por explorar o potencial nativo da flora e auxiliar na geração de renda através da agricultura familiar, por meio da possibilidade de comercialização dos subprodutos das abelhas, como mel, pólen e a própolis, e ainda sim, enquadrar-se nos preceitos de uso sustentável dos recursos naturais (Absy et al. 2013).

As espécies de abelhas *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811 pertencem à tribo Meliponini. O gênero *Melipona* é encontrado somente na América Neotropical (Sul, Central e Ilhas do Caribe), sendo mais diversificado na bacia amazônica (Michener 2007). Estas são as principais abelhas nativas sem ferrão utilizadas na prática da Meliponicultura na região amazônica (Brito et al. 2013; Ferreira e Absy 2017a).

Essas abelhas são conhecidas popularmente por jandaíra, jandaíra-preta e jandaíra-da-Amazônia, nomes que podem ser atribuídos para inúmeras espécies diferentes de melíponas, dependendo da região de manejo (Nogueira-Neto 1997; Silveira et al. 2002; Oliveira et al. 2013) sendo inclusive, estudadas por vários grupos de pesquisadores desde a década de 1970 (Absy e Kerr 1977; Absy et al. 1980; Marques-Souza. 1996; Marques-Souza et al. 2002; Oliveira et al. 2009; Ferreira e Absy 2013, 2015, 2017a, 2017b; Rezende et al. 2018).

Para entender a biologia das abelhas é necessário conhecer seus hábitos alimentares, o que está relacionado diretamente com as plantas que essas abelhas visitam, pois são fornecedoras de pólen e néctar. Conseqüentemente, conhecer as espécies vegetais visitadas por esses insetos poderá favorecer seu uso na prática da meliponicultura (Thorpe 2000; Ebeling et al. 2008). Reconhecer as fontes e os hábitos alimentares das abelhas é um processo direto que pode ser

realizado por meio de observações das campeiras forrageando nas flores ou indireto, através da análise polínica do mel e do pólen coletado e ou transportado para colônia, desta forma, ao coletarem o néctar das flores, as abelhas involuntariamente coletam também o pólen, sendo este regurgitado com o néctar nos potes de armazenamento (Rech e Absy 2011; Novais e Absy 2013; Ferreira e Absy 2015).

Sendo assim, por meio da identificação do pólen presente em amostras de mel, torna-se possível determinar a origem botânica e geográfica desse produto, o tempo de floração das plantas e seu valor como fornecedoras de néctar e pólen para as abelhas (Barth, 1989; Jones e Bryant Jr. 2004; Novais et al. 2009; Vossler et al. 2014).

A Reserva Extrativista Tapajós – Arapiuns (RESEX) engloba 72 comunidades, das quais 30 praticam a meliponicultura e a desenvolvem como atividade secundária. As comunidades de Vila Franca e Suruacá se destacam dentre as comunidades da Resex que manejam abelhas sem ferrão por apresentar produtores com bastante números de caixas e por manejam exclusivamente espécies do gênero *Melipona* Illiger, 1806 que são boas produtoras de mel na região Amazônica.

Em um levantamento realizado em comunidades da Reserva Extrativista (RESEX) Tapajós-Arapiuns, Souza et al. (2018) encontraram uma alta diversidade de meliponíneos sendo manejados nesta área: *Frieseomelitta longipes* Smith, 1854 *Frieseomellita silvestrii* (Friese, 1902), *Melipona interrupta* Latreille, 1811, *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950, *Scaptotrigona* sp. e *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804).

No mesmo estudo, esses autores observaram que o período de colheita do mel é feito entre os meses de agosto e dezembro e a comercialização do mel produzido gera renda extra às famílias, com valor por litro variando entre R\$ 40,00 a R\$ 60,00 reais. Os principais obstáculos enfrentados no desenvolvimento da meliponicultura, segundo os meliponicultores da Resex, são: a falta de legislação para a atividade; assistência técnica adequada; capacitação no manejo adequado dos produtos oriundos das abelhas e a falta de estudos melissopalínológicos que possam subsidiar a atividade.

Com base nisso, o propósito deste estudo foi identificar, através da análise de grãos de pólen presentes no mel, as plantas fornecedoras de néctar para as espécies *Melipona seminigra* e *Melipona interrupta* nas comunidades Suruacá e Vila Franca, Respectivamente, que se localizam na Resex Tapajós-Arapiuns, na região do Baixo Amazonas (Pará, Brasil), visando subsidiar estratégias de conservação dessas abelhas no intuito de aumentar a atividade meliponícola regional.

Material e métodos

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida dentro da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, nas comunidades de Suruacá (2°54'00" S 55°09'52" W) e Vila Franca (2°21'21" S 55°00'24" W). A Resex tem extensão territorial de 647.610 hectares e ocupação distribuída entre o território dos municípios de Santarém e Aveiro, oeste do estado do Pará (ICMBio, 2014). A Reserva foi criada em 1998 (BRASIL, 1998) e compõe a categoria de uso sustentável dentro da Unidade de Conservação (UC) (Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000).

A Reserva ainda contempla 72 comunidades, sendo banhada pela bacia de dois rios principais, o rio Tapajós e o rio Arapiuns. A comunidade de Vila Franca está situada à margem esquerda do Rio Arapiuns, enquanto que a comunidade de Suruacá fica à margem direita do Rio Tapajós (Fig. 1), sendo o acesso a ambas realizado exclusivamente por via fluvial.

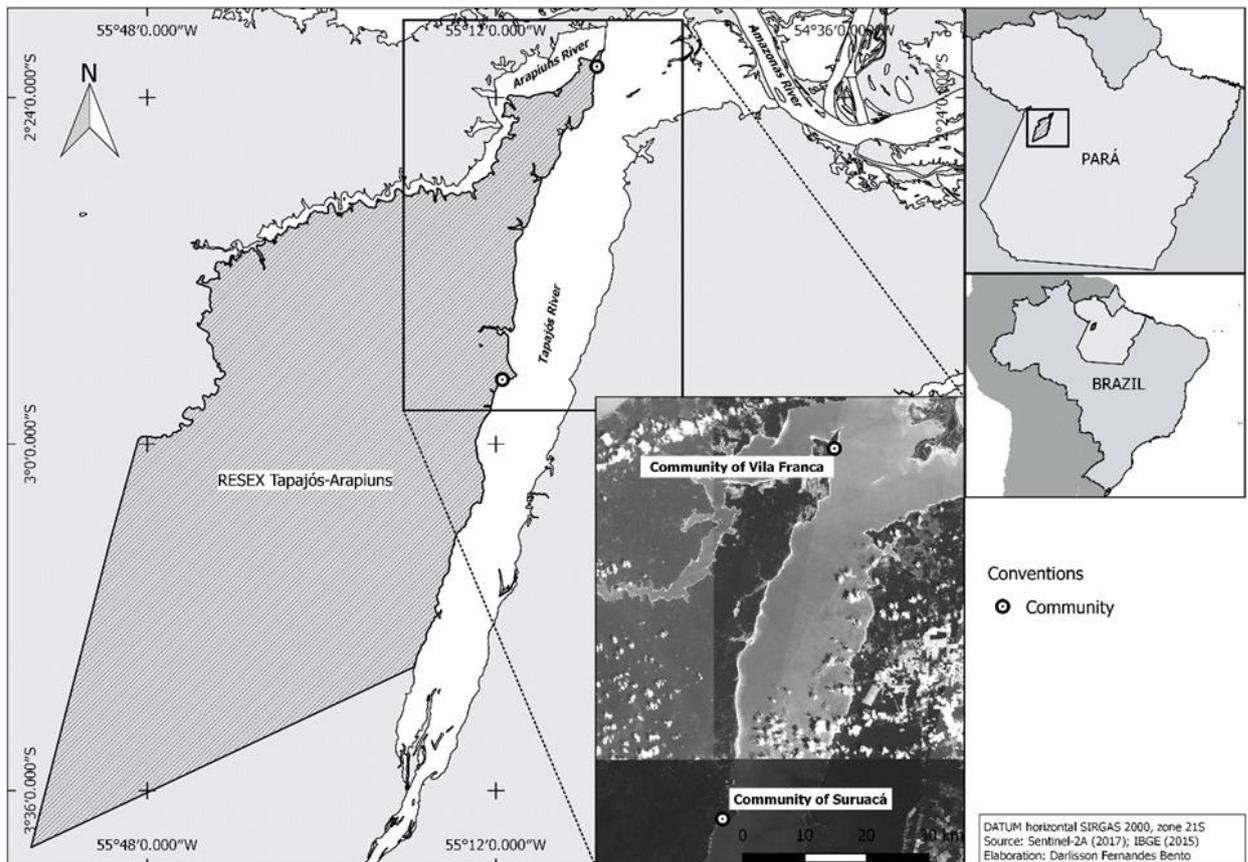


Fig. 1. Localização da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (Comunidades de Suruacá e Vila Franca).

O clima que abrange a Resex Tapajós-Arapiuns é o equatorial continental megatérmico úmido da Amazônia Central, que apresenta calor elevado (temperaturas médias anuais entre 26 e 28 °C), com umidade alta (valores médios anuais entre 80 a 85%). Os totais anuais médios da pluviosidade variam entre 2.000 e 2.800 mm. A estação chuvosa em termos médios dura em torno de 7 a 9 meses, estendendo-se de novembro a julho, muito embora o trimestre mais chuvoso seja fevereiro, março e abril. Em relação à tipologia vegetal, predomina na Reserva a floresta ombrófila densa, que é caracterizada por árvores de grande porte, presença de lianas lenhosas e epífitas em abundância (ICMBio 2014).

A comunidade de Suruacá

“Suruacá” é uma das maiores comunidades da RESEX Tapajós/Arapiuns, uma unidade de conservação de uso sustentável situada entre a margem esquerda do Rio Tapajós e a margem direita do Rio Arapiuns, numa área total de 647.610,74 ha. Subindo o Rio Tapajós, abaixo de

Amorim e acima de Vista Alegre do Capixauã, bem no meio do território da RESEX. Suruacá, onde atualmente moram 127 famílias, com 500 habitantes, Suruacá foi a primeira comunidade da RESEX a ter acesso à internet e hoje dispõe também de serviço de telefonia celular. A maioria das casas são de alvenaria e a energia, produzida por motores geradores, é garantida durante algumas horas por dia. Na comunidade funcionam 2 microssistemas que garantem água potável nas residências de seus moradores. No centro da comunidade encontra-se a Igreja e a casa paroquial, sendo que o padroeiro, o Sagrado Coração de Jesus, é festejado em junho (Fig.2).

Na economia nos últimos anos a comunidade tem crescido bastante, e já conta com 8 comércios; ainda assim continua com sua economia baseada no plantio da farinha de mandioca e seus derivados. A farinha de Suruacá é conhecida na região por ser de boa qualidade e de cor bem amarelinha e bem torrada, por isso sua produção é muito valorizada pelos comunitários e pelo mercado. Além da mandioca são praticadas a pesca, a caça, a criação de pequenos animais, o artesanato, a exploração de madeira em pequena escala, a extração e o beneficiamento de óleos (andiroba e copaíba), o cultivo da borracha, que se produzia em grande quantidade em seu período áureo e a meliponicultura que através da produção do mel ganham uma renda extra somados a seus benéficos financeiros. A renda das famílias é completada pelos programas de redistribuição de renda (Bolsa Família e Bolsa Verde). Praticamente todas as famílias têm algum beneficiário (Projeto Saúde e Alegria, 2015).



Fig. 2. Comunidades de Suruacá, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Fonte: Souza, R.R

A comunidade de Vila Franca

Localizada na ponta dos Rios Tapajós e Arapiuns, situada entre as comunidades de Maripá, no rio Tapajós (rio abaixo) e de Vila do Anã (rio acima), já no Rio Arapiuns. Na área de Vila Franca residem 74 famílias, somando 298 pessoas no total, a cultura indígena ainda é persistente e permanece a tradição da fabricação de farinha, tarubá, caxará, manicuéra artesanato e danças culturais. A comunidade é gerida por uma associação ASCOVIFRAN – Associação Comunitária de Vila Franca, fundada em 22 de outubro de 1992, que conta com 167 comunitários associados. Na Vila há também um movimento indígenas organizado, no qual 20 famílias são lideradas pelo Cacique Enoque Monteiro. Na economia o agroextrativismo é a atividade econômica principal. A maioria das famílias de Vila Franca sobrevive de seus trabalhos, como a produção de farinha da mandioca, milho ou tapioca. Vendem artesanato utilitário como tipiti, paneiro, cesta de tucumã, biojoias e ainda encontram caça: paca, cutia, tatu, veado, onça, macacos, além do extrativismo de produtos da floresta: palha, lenha, cipó, jutai-cica, malva, a meliponicultura foi introduzida a 10 anos na comunidade e contribui como atividade extra na renda de alguns manejadores de abelhas na comunidade. Uma parte de seus

moradores são funcionários públicos, e quase metade das famílias está incluída nos programas de distribuição de renda (Bolsa família e Bolsa verde) (Fig.3) (Projeto Saúde e Alegria, 2015).



Fig. 3. Comunidade de Vila Franca, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Fonte: Rede Mocaronga

Identificação das abelhas sem ferrão

Para identificação das abelhas, foram coletados 5 indivíduos (operárias) em colmeias implantadas nos meliponários das comunidades em estudo (Suruacá e Vila Franca), com auxílio de câmara mortífera para insetos. Em seguida, passaram por um processo de acondicionamento, foram montadas e etiquetadas, segundo os padrões entomológicos usuais e enviadas para identificação no Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), onde permanecem depositadas.

Coleta das amostras de mel

Foram coletadas 24 amostras de mel entre dezembro de 2016 e novembro de 2017, sendo 12 de *Melipona interrupta*, na comunidade de Suruacá, e 12 de *Melipona seminigra* (Fig. 4 a, b e c) em Vila Franca. Ambas as abelhas são as únicas espécies criadas em cada meliponário. As amostras foram obtidas sempre da mesma caixa de abelha em todos os meses, para cada espécie em estudo, utilizando-se uma pipeta plástica esterilizada. Foram acondicionados cerca de 10 mL de mel em potes plásticos com tampa e devidamente identificados. As amostras foram mantidas num refrigerador sob temperatura a cerca de 10 °C até o início do processamento.



Fig. 4: **a** – *Melipona seminigra pernigra* na entrada da colônia; **b** – Interior do ninho de *M. seminigra* em caixa padrão no meliponário na comunidade de Suruacá e **c** – Interior do ninho de *Melipona interrupta* em caixa padrão na comunidade de Vila Franca, na Resex Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil. (Foto: Souza, RR)

Processamento químico das amostras de mel

O tratamento adotado foi o uso de acetólise de acordo com Erdtman (1960). Seguindo a recomendação de Jones & Bryant (2004) e Novais e Absy (2013), foi utilizado etanol a 95% (ETOH) para a diluição inicial do mel. Após o processo de acetólise, foram preparadas, no mínimo, três lâminas de cada amostra utilizando gelatina glicerinada de Kissler (Salgado-Laboriau 1961 *apud* 1973), seladas com parafina (J. Müller modificado em Erdtman 1952) e que, após a análise, foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Botânica e Palinologia (LaBPal) do IBEF/UFOPA.

Análise dos grãos de pólen no mel e índices estatísticos

A metodologia da contagem dos grãos de pólen seguiu Moar (1985), com o mínimo de 500 grãos/amostra. Todos os tipos polínicos diferentes encontrados foram fotomicrografados em objetiva de 100x (imersão). Para identificar os tipos polínicos foram utilizadas bibliografias palinológicas (Joosten e De Klerk, 2002; De Klerk e Joosten, 2007), bem como consulta à Palinoteca do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Para definir as classes de frequência, os tipos polínicos foram agrupados de acordo com Louveaux et al. (1978): pólen dominante (PD= > 45%), pólen acessório (PA = 16 a 45%), pólen isolado importante (PI= 3 a 15%) e pólen isolado ocasional (Pio= < 3%).

Os resultados estão expostos em tabelas e gráficos confeccionados no Microsoft Excel 2010®. As pranchas palinológicas foram elaboradas no programa CorelDRAWX7® e CorelDRAW12®, e todas as figuras referentes aos tipos polínicos estão em vista polar e/ou equatorial, detalhando a ornamentação da sexina e, sempre que possível, das aberturas.

A amplitude do nicho trófico, em mostras de mel, foi calculada com o índice de diversidade (H') de Shannon e Weaver (1949), que se baseia na proporção de tipos polínicos encontrados no amostras mensais. De acordo com a fórmula: $H' = -\sum (p_i \cdot \ln p_i)$, onde H' é o índice de diversidade, p_i é a proporção de cada tipo polínico encontrado nas amostras mensais e \ln é o logaritmo natural. Esta equação permite uma estimativa do grau de uniformidade das espécies vegetais visitadas pelas abelhas em um dado mês e é calculado com o índice de equitabilidade (J') de Pielou (1977). Calculado pela fórmula $J' = H' / H'_{\max}$, onde H' é o índice de diversidade, H'_{\max} é o logaritmo natural do total número de tipos de pólen presentes na amostra. O índice de uniformidade varia de 0 a 1, o que indica um intervalo entre um uso heterogêneo e um uso homogêneo de recursos, respectivamente. O conjunto de interações tróficas foram representadas através de grafos bipartidos das principais famílias botânicas encontradas nesse estudo, gerados no software R (pacote: bipartido). Dados sobre precipitação durante o período de amostragem foram obtidos Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, estação meteorológica do Pará (INMET/PA 2018).

Resultados

Neste estudo, ao todo foram identificados 103 tipos polínicos coletados pelas abelhas *M. seminigra pernigra* e *M. interrupta*, distribuídos em 21 famílias, com oito tipos polínicos indeterminados. Desse total, 59 tipos polínicos foram coletados exclusivamente por *M. seminigra pernigra*, 29 exclusivos para *M. interrupta* e 15 tipos polínicos foram compartilhados por ambas as espécies (Tabela 1).

No geral, os tipos polínicos encontrados com maiores proporções nas amostras de méis e compartilhados por ambas as abelhas foram os seguintes: *Bellucia* (Melastomataceae), *Eugenia* (Myrtaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Myrcia* (Myrtaceae), *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) e *Spondias mombin* (Anacardiaceae) (Fig. 6).

Melipona seminigra pernigra

Para essa abelha, *Mimosa pudica* (Fabaceae/Mimosoideae) foi o tipo polínico mais representativo nas amostras de mel (agosto, 65,20%), sendo assim classificado como pólen dominante. Como pólen acessório: Indeterminado (tipo 3) em julho (39,60%); *Miconia* (Melastomataceae) em dezembro/2016 (38,00%), março (37,60%), setembro (35,00%) e junho (30,00%); *Mouriri* (Melastomataceae) em outubro (33,60%); *Myrcia* (Myrtaceae) em janeiro (30,00%); *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) em outubro (28,20%); *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) em novembro (28,20%); *Spondias mombin* (Anacardiaceae) em novembro (27,20%) e *Mimosa pigra* (Fabaceae/Mimosoideae) em novembro (17,40%).

Um total de 30 tipos polínicos foram classificados como pólen isolado importante, distribuídos em 9 famílias, com destaque para *Bellucia* (Melastomataceae), em janeiro (12,80%), *Eugenia* (Myrtaceae), em setembro (10,00%) e *Talisia* (Sapindaceae), em março (10,00%). Os outros tipos polínicos coletados por *M. seminigra* foram classificados como pólen isolado ocasional, totalizando 34 tipos distribuídos em 14 famílias, com a família Fabaceae apresentando oito tipos. Considerando os tipos polínicos com porcentagem acima de 10%, foram considerados atraentes para a espécie *M. seminigra*: *Bellucia*, *Eugenia*, *Miconia*, *Mimosa pigra*, *Mouriri*, *Myrcia*, *Protium heptaphyllum*, *Tapirira guianensis*, *Spondias mombin* e *Talisia*. O tipo

polínico *Mimosa pudica* foi encontrado em oito amostras de méis dessa abelha, sendo encontrado em agosto com frequência superior a 60%.

Em relação ao número de tipos polínicos encontrados mensalmente nas amostras de mel para a espécie *M. seminigra*, apresentou menos de 10 tipos polínicos em apenas 4 das 12 amostras, nos meses de junho (nove), julho (sete), agosto (nove) e outubro apenas (cinco) tipos polínicos, apresentando maior riqueza nos meses de fevereiro com (21) e março (20) tipos.

Tabela 1: Frequência de tipos polínicos encontrados em amostras de méis da abelha *Melipona seminigra pernigra* coletadas de dezembro de 2016 a novembro de 2017 na comunidade de Suruacá, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém (PA).

SURUACÁ												
Espécie/Abelha	<i>Melipona seminigra pernigra</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
ANACARDIACEAE												
<i>Anacardium</i>										5,00		
<i>Spondias mombin</i>	11,20	2,80	2,60			7,00	8,80			6,00		27,20
<i>Tapirira guianensis</i>		5,80	3,60						8,20	10,00	28,20	10,40
Tipo 1			6,00									
Tipo 2			1,00									
ARALIACEAE												
<i>Schefflera morototoni</i>					5,00							
Tipo 1						1,60						
Tipo 2								6,20				
Tipo 3												9,60
ARECACEAE												
<i>Elaes</i>				1,00	2,00							
<i>Maximiliana maripa</i>				1,20								
ASTERACEAE												
<i>Ambrosia</i>		1,00	1,00	0,60								
<i>Bactris</i>			3,40									
BURSERACEAE												
<i>Protium heptaphyllum</i>	16,00	12,20	20,20	4,60	24,00	17,00	13,20	23,40	6,20	13,00	28,20	
CYPERACEAE												
<i>Scleria</i>										1,20		
EUPHORBIACEAE												

SURUACÁ												
Espécie/Abelha	<i>Melipona seminigra pernigra</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Alchornea</i>			2,00	1,20					5,40			
Tipo 1				1,20								
FABACEAE/CAESALPINIOIDEAE												
<i>Cassia mimosoides</i>				3,40								
<i>Copaifera langsdorffii</i>				1,60								
<i>Delonix regia</i>		1,00										
<i>Dialium</i>												7,40
<i>Hymenea</i>	1,00						1,00	8,20				
<i>Hymenea paviflora</i>		1,00	1,00	1,40								
Tipo 1			3,40									
Tipo 2				3,60								
Tipo 3												2,20
FABACEAE/FABOIDEAE												
<i>Swartzia</i>							1,60					
FABACEAE/MIMOSOIDEAE												
<i>Inga</i>							1,20					
<i>Leucaena</i>							4,00					
<i>Mimosa</i>												17,40
<i>Mimosa pigra</i>							3,00					
<i>Mimosa pudica</i>	2,80	4,00	6,60	10,80	4,60	21,00	29,20	0,00	65,20			
<i>Mimosa sensitiva</i>					2,00							
<i>Stryphnodendron</i>	1,00									2,00		
<i>Stryphnodendron guianense</i>			2,00	2,00								
LORANTHACEAE												
<i>Phthirusa</i>							1,00					

SURUACÁ												
Espécie/Abelha	<i>Melipona seminigra pernigra</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
MALPIGHIACEAE												
<i>Byrsonima</i>					3,00					2,00		
Tipo 1	0,60											
Tipo 2				0,80								
MALVACEAE												
<i>Rhodognaphalopsis minor</i>			1,20									
Malvaceae tipo			2,00									
MELASTOMATACEAE												
<i>Bellucia</i>	5,60	12,80	10,40	4,00		9,00				11,00		
<i>Miconia</i>	38,00	18,00		37,60	27,00	30,00	2,20	13,40		35,20		
<i>Mouriri</i>						6,00	34,40	0,00			33,60	
Tipo 1								7,20				
Tipo 2									2,60			
MYRTACEAE												
<i>Eugenia</i>		1,40	6,00	0,00	3,20	6,00	5,00				10,00	7,60
<i>Eugenia stiptata</i>												
<i>Myrcia</i>	22,00	30,00	15,80		7,00							
<i>Psidium</i>	1,00								1,20			2,00
<i>Psidium guajava</i>		1,60										
<i>Serjania</i>						1,00						
<i>Syzygium</i>			1,60		4,40					3,00		
Tipo 1			4,00									
Tipo 2				6,80								
Tipo 3							3,00					
Tipo 4							3,20					

SURUACÁ												
Espécie/Abelha	<i>Melipona seminigra pernigra</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Nº de tipos polínicos	11	13	21	20	17	10	9	7	9	14	5	12
Diversidade H'	1,708	2,056	2,635	2,273	2,344	1,903	1,703	1,621	1,301	2,123	1,311	2,161
Equitabilidade J'	0,712	0,802	0,866	0,757	0,811	0,826	0,775	0,833	0,592	0,804	0,945	0,891

Melipona interrupta

Para *M. interrupta*, os seguintes tipos polínicos foram considerados dominantes: *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) em fevereiro (76,20%), janeiro (74,20%), março (61,00%) e agosto (59,60%); *Miconia* (Melastomataceae) em novembro (76,00%), abril (70,00%) e setembro (64,00%) e *Spondias mombin* (Anacardiaceae) em janeiro (56,40%). Já os tipos polínicos agrupados na classe pólen acessório, foram: *Bellucia* (Melastomataceae) em setembro (35,00%); *Mouriri* (Melastomataceae) em maio (28,40%); *Eugenia* (Myrtaceae) em julho (18,80%) e agosto (18,20%) e *Cassia* (Fabaceae/Caesalpinioideae) em agosto (18,60%) (Tabela 2, Fig.7)

Para classe de frequência de pólen isolado importante foram encontrados 18 tipos distribuídos em oito famílias, com destaque para Myrtaceae, com cinco tipos (Tabela 2). Os tipos polínicos considerados isolados ocasionais representaram 19 tipos inseridos em 11 famílias, com destaque para *Byrsonima* (Malpighiaceae), em maio (2,60%), Myrtaceae tipo 1, em fevereiro (2,60%), Araliaceae tipo, em janeiro (2,30%) e fevereiro (1,80%) (Tabela 2). Os seguintes tipos polínicos foram representados acima de 10% e, portanto, foram considerados atraentes para *M. interrupta*: *Bellucia*, *Cassia* e *Eugenia*. Além de serem considerados atraentes em vários meses, *Protium heptaphyllum* e *Miconia* também representaram acima de 76% do pólen coletado em fevereiro e novembro (Tabela 2).

Ao contrário da espécie *M. seminigra pernigra* que apresentou uma maior riqueza de tipos polínicos, superior ou igual a 10 em oito meses Já espécie *M. interrupta* apresentou menor riqueza de tipos polínicos ou seja, menos de 10 tipos em 9 das 12 amostras analisadas, com maior número de tipos polínicos em dezembro de 2016 com (11), maio (13) e junho com (12) tipos polínicos.

Tabela 2: Frequência de tipos polínicos encontrados em amostras de méis da abelha *Melipona interrupta* coletadas de dezembro de 2016 a novembro de 2017 na comunidade de Suruacá, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém (PA).

VILA FRANCA												
Espécie/Abelha	<i>Melipona interrupta</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
ANACARDIACEAE												
<i>Spondias mombin</i>	2,00	56,40	0,80	2,00								
ARALIACEAE												
<i>Schefflera morototoni</i>	5,00			5,60	1,60	1,20	3,00					
Araliaceae		2,30	1,80									
ARECACEAE												
Arecaceae												3,00
ASTERACEAE												
<i>Ambrosia</i>								1,00				
BURSERACEAE												
<i>Protium heptaphyllum</i>	74,00	34,80	76,20	61,00	3,20	2,80	2,60	59,60	44,40	10,00	3,00	3,40
CUNONIACEAE												
Cunoniaceae					1,00							

VILA FRANCA

Espécie/Abelha***Melipona interrupta***

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
CYPERACEAE												
<i>Cyperus</i>						3,40						
FABACEAE/CAESALPINIOIDEAE												
<i>Cassia tipo 1</i>							4,00		18,60			
<i>Cassia tipo 2</i>									3,00			
<i>Copaifera</i>		1,00	1,20		9,20		7,40					
Tipo 1	2,00											
Tipo 2	1,00											
Tipo 3			1,60									
Tipo 4			1,20									
FABACEAE/FABOIDEAE												
<i>Aldina</i>						1,00						
<i>Diploptropis</i>						1,00						
Tipo 1	1,00											
FABACEAE/MIMOSOIDEAE												
<i>Inga</i>							3,00					

VILA FRANCA												
Espécie/Abelha	<i>Melipona interrupta</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
LORANTHACEAE												—
<i>Phthirusa</i>	1,00											—
MALPIGHIACEAE												
<i>Byrsonima</i>						2,60						
Malpighiaceae	1,00	1,00										
MALVACEAE												
Malvaceae				0,80								
MELASTOMATACEAE												
<i>Bellucia</i>	3,00					2,40	5,00		7,20	35,00		7,00
<i>Miconia</i>	10,00	2,40	10,60	8,60	70,00	33,4	35,4	19,60		43,00	64,00	76,00
<i>Mouriri</i>						28,4						
Tipo 1					10,00		8,00					
Tipo 2						8,00	7,00					
MYRTACEAE												
<i>Eugenia</i>					5,00	11,40	13,00	18,80	18,20	5,00	11,00	5,00
<i>Eugenia stiptata</i>						1,00						

VILA FRANCA

Espécie/Abelha	<i>Melipona interrupta</i>											
Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Myrcia</i>		1,20	4,00	9,60								
<i>Psidium</i>							6,00					3,60
<i>Psidium guajava</i>							5,60					
Tipo 1			2,60									
Tipo 2				11,40								
Tipo 3									3,80			
Tipo 4											8,00	
POLYGONACEAE												
<i>Polygonum</i>				1,00								
RUBIACEAE												
<i>Borreria</i>											3,00	
SAPINDACEAE												
Sapindaceae		0,60										
SOLANACEAE												
<i>Solanum</i>										7,00	8,00	5,00
Tipo 1								1,00				

VILA FRANCA

Espécie/Abelha*Melipona interrupta*

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
INDETERMINADO												
Tipo1						3,40						
Tipo 2									4,80			
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N° de tipos polínicos	11	8	9	8	7	13	12	5	7	5	7	5
Diversidade H'	1,063	1,051	0,952	1,309	1,072	1,879	2,128	1,034	1,548	1,297	1,248	0,929
Equitabilidade J'	0,443	0,505	0,433	0,63	0,551	0,733	0,856	0,643	0,796	0,806	0,641	0,518

Índices ecológicos

A diversidade obtida para o espectro polínico dos méis de *M. seminigra pernigra* exibiu os maiores valores em fevereiro ($H' = 2,635$), março ($H' = 2,273$) e abril ($H' = 2,344$), enquanto os menores valores foram encontrados em julho ($H' = 1,621$), agosto ($H' = 1,301$) e outubro ($H' = 1,311$). Para a equitabilidade, as coletas foram mais uniformes em fevereiro ($J' = 0,866$), outubro ($J' = 0,945$) e novembro ($J' = 0,891$). Em contraste, os valores mais baixos de uniformidade foram registrados em dezembro de 2016 ($J' = 0,712$), março ($J' = 0,757$) e agosto ($J' = 0,592$) (Tabela 1).

O índice de diversidade registrado para *M. interrupta* exibiu valores mais altos em maio ($H' = 1,879$), junho ($H' = 2,128$) e agosto ($H' = 1,548$), sendo que os menores valores foram obtidos em fevereiro ($H' = 0,952$), julho ($H' = 1,34$) e novembro ($H' = 0,929$). O índice de uniformidade para esta abelha apresentou os valores mais altos em maio ($J' = 0,733$), junho ($J' = 0,856$) e setembro ($J' = 0,806$), enquanto os menores valores foram obtidos em dezembro de 2016 ($J' = 0,443$), janeiro ($J' = 0,505$), fevereiro ($J' = 0,433$) (Tabela 2).

Dados climáticos

As variáveis ambientais registradas durante o período de amostragem exibiram alta variação no volume de chuvas, atingindo os maiores valores em janeiro (247 mm) e março (256 mm). Em contraste, os menores valores foram registrados em agosto/outubro (10 mm) e novembro (zero). A respeito da umidade relativa, os maiores valores foram registrados em janeiro (91%) e fevereiro/março (92%) e os menores valores em outubro (80%) e novembro (79%). Em relação à temperatura, valores mais elevados foram obtidos em setembro/outubro (28 °C) e novembro (29 °C), enquanto que os valores mais baixos foram registrados em janeiro, fevereiro e março (26 °C), seguidos por abril e junho (25 °C) (INMET/PA 2018). (Fig. 5).

A riqueza de tipos polínicos indica resultados positivos a variável precipitação para as abelhas *M. seminigra pernigra* e *M. interrupta* durante o período de estudo. A riqueza de tipos polínicos foi maior nos meses de maior precipitação (janeiro a junho). O mês de fevereiro correspondeu ao de maior número de tipos polínicos nas amostras para *M. seminigra pernigra*; para *M. interrupta*, o mês com maior riqueza de tipos foi maio.

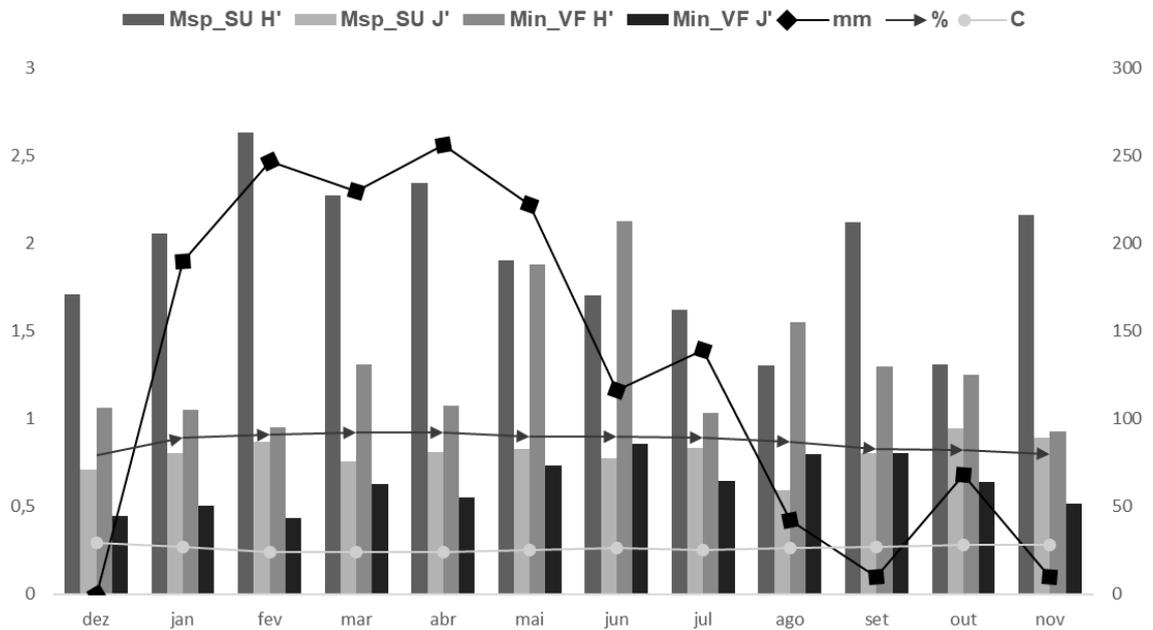


Figura 5: Registro de diversidade H' e uniformidade J' dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel de *Melipona seminigra pernigra* (Msp) e *Melipona interrupta* (Min) e dados de temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) nas comunidades Suruacá (SU) e Vila Franca (VF), Resex Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil, entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.

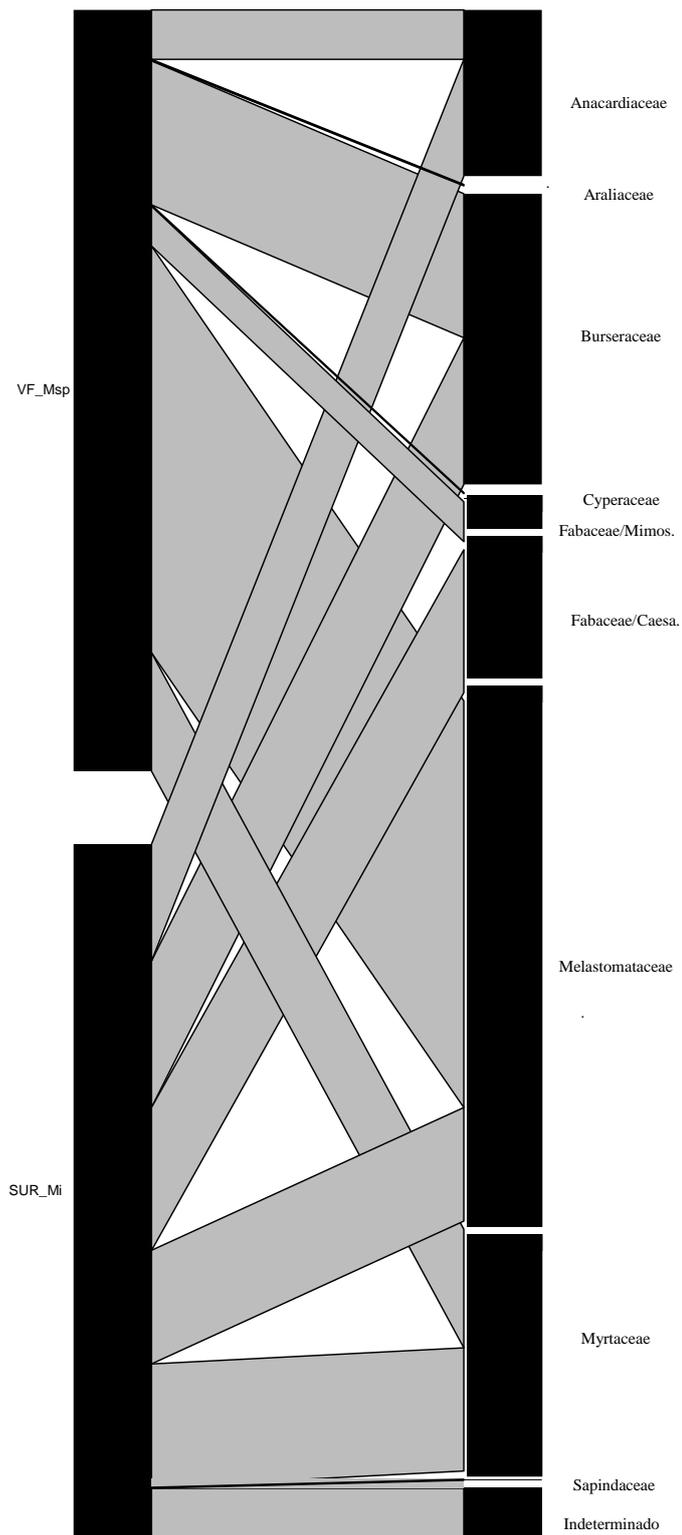


Figura 6: Grafo (bipartido) de proporção das interações tróficas entre *Melipona interrupta* (Mi) e *Melipona seminigra pernigra* (Msp), representando as famílias botânicas compartilhadas por essas espécies no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017. (Comunidades da Resex VF – Vila Franca, SUR – Suruacá).

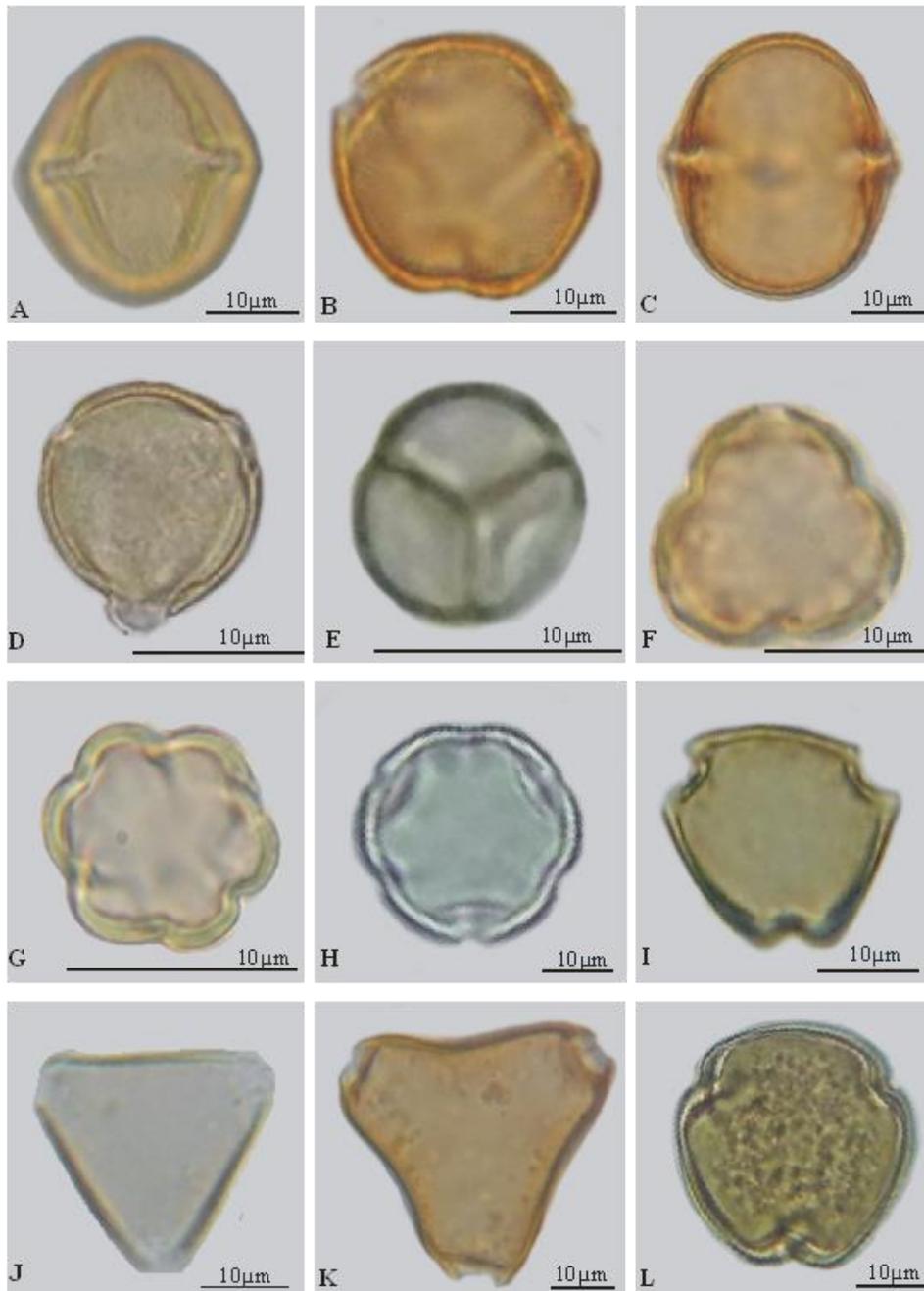


Figura 7: Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Melipona seminigra pernigra*. Anacardiaceae, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (A, B); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (C); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Dialium*; (D); Fabaceae/Mimosoideae, *Mimosa pudica* (E); Melastomataceae, *Bellucia*, *Miconia* e *Mouriri* (F,G,H); Myrtaceae, *Eugenia* e *Myrcia* (I,J); Sapindaceae, *Talisia* (K) Solanaceae, *Solanum* (L).



Figura 8: Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Melipona seminigra pernigra*. Anacardiaceae, *Spondias mombin* (A); Araliaceae, *Schefflera morototoni* (B); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (C); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Cassia* e *Copaifera* (D,E); Melastomataceae, *Bellucia*, *Miconia* e *Mouriri* (F,G,H); Myrtaceae, *Eugenia*, *Myrcia* e *Psidium* (I,J,K); Solanaceae, *Solanum* (L).

Discussão

Entre as abelhas sem ferrão criadas em meliponários na Amazônia, destaca-se o gênero *Melipona* Illiger, 1806. Vários estudos melissopalínológicos já foram realizados nesta região com esse gênero (Absy & Kerr 1977; Absy et al. 1984; Ferreira & Absy 2013; Marques-Souza 1993; Oliveira et al. 2009, Ueira-Vieira et al. 2013; Rezende et al. 2018). Eles destacam a importância das plantas afins aos tipos polínicos *Miconia* e *Bellucia* (Melastomataceae) como espécies-chave na alimentação desses insetos, por apresentarem como recurso o pólen. Tais espécies apresentam baixa sazonalidade, garantindo a disponibilidade do recurso por longos períodos no ano. Estes também foram classificados em nosso estudo como tipos polínicos dominantes para *Melipona interrupta* e acessórios para *Melipona seminigra pernigra*. Isso se deve ao fato de algumas espécies de abelhas realizarem a polinização por vibração, agarrando as anteras (predominantemente com deiscência poricida) e vibram seus tórax, agitando as anteras e liberando o pólen, isso é comum para algumas famílias como; Fabaceae/Caesalpinioideae, Melastomataceae e Solanaceae (Buchamann 1983; Nunes-Silva et al. 2010; Pinheiro & Sazima 2007).

Barth (1989), estudando o pólen no mel brasileiro, considerou uma alta porcentagem de plantas poliníferas em amostras de méis. Corroborando essa assertiva, os tipos *Miconia* (Melastomataceae) e *M. pudica* (Fabaceae/Mimosoideae) foram identificadas aqui como grãos de pólen super-representados, originários de plantas que fornecem pouco néctar. Em contraste, identificamos vários tipos polínicos subrepresentados que provavelmente são boas fontes de néctar: *Talisia* (Sapindaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Syzygium* (Myrtaceae), *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) e *Eugenia* (Myrtaceae).

A forte ocorrência de plantas poliníferas nestas amostras de mel pode ser devido ao intenso forrageamento de abelhas operárias nestas plantas para obtenção de pólen. A frequente ocorrência de *Miconia* (Melastomataceae) e *Mimosa pudica* (Fabaceae/Mimosoideae) em amostras de mel de *M. seminigra* e *M. interrupta* pode estar relacionada com o tamanho dos grãos de pólen, que variam de muito pequenos a pequenos e são sempre liberados em grandes quantidades pelas plantas. Além disso, os tipos de pólen originários de plantas poliníferas

aparecem bem representados em amostras de mel e refletem a contaminação do néctar (Absy et al. 1980; Ferreira e Absy, 2017b; Rezende et al. 2018).

Os principais tipos polínicos responsáveis por altas frequências de pólen encontradas para *M. seminigra* nas amostras foram *Mimosa pudica* (65,20%) e, para *Melipona interrupta*, foram *Protium heptaphyllum* (76,20%), *Miconia* (76,00%) e *Spondias mombin* (56,40%). Ferreira e Absy (2017a), estudando o nicho de pólen e interações tróficas entre colônias de *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* Cockerell, 1919 e *Melipona (Melikerria) interrupta*, encontraram uma forte relação entre a nutrição dessas espécies e o tipo polínico *Mimosa pudica* (Fabaceae/Mimosoideae), corroborando com nosso estudo para a comunidade de Surucá.

Enquanto isso, Oliveira et al. (2009) observaram recursos polínicos coletados por abelhas sem ferrão em um fragmento de floresta na região de Manaus e destacaram a importância da família Burseraceae, com o tipo polínico *Protium heptaphyllum*. Este tipo polínico foi utilizado por todas as abelhas, destacando-se como fonte importante para *M. seminigra merrillae*. No mesmo estudo, a família Anacardiaceae foi representada pelos tipos *Tapirira guianensis* e *Spondias mombin*, coletados pelas campeiras de *M. seminigra merrillae* e *M. fulva*. A recompensa floral oferecida aos visitantes, na maioria das espécies de Anacardiaceae, é o néctar. Nestas espécies, as flores têm anteras rimosas e seu pólen fica totalmente exposto, favorecendo coletas oportunísticas. As flores desta família são normalmente pouco vistosas, sendo hermafroditas ou unissexuadas (Ribeiro et al. 1999).

No presente estudo, encontramos algumas famílias (tipos polínicos) bem representadas, como Fabaceae/Mimosoideae, com *Mimosa pudica* para *M. seminigra*, Burseraceae, com *Protium heptaphyllum*, e Melastomataceae, com *Miconia*, para a espécie *M. interrupta*. Segundo Judd et al. (2010), as famílias Melastomataceae, Fabaceae e Myrtaceae são predominantemente polinizadas por abelhas. Além disso, grande parte dos tipos polínicos foram considerados atraentes (> 10% de frequência) para a espécie *M. seminigra*: Indeterminado 3, *Miconia* (Melastomataceae), *Mouriri* (Melastomataceae), *Myrcia* (Myrtaceae); *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); *Protium heptaphyllum* (Burseraceae); *Spondias mombin* (Anacardiaceae); *Mimosa pigra* (Fabaceae/Mimosoideae) e *Bellucia* (Melastomataceae) e para *M. interrupta*:

Bellucia (Melastomataceae); *Mouriri* (Melastomataceae); *Eugenia* (Myrtaceae) e *Cassia* (Fabaceae/Caesalpinioideae) (Fig.7).

Os tipos polínicos com representatividade inferior a 10% podem atuar como recursos complementares e tornar-se importantes para manter as colônias por períodos limitados, quando a oferta dos principais recursos estiver sujeita a variações sazonais (Ramalho et al. 1985). A espécie *M. seminigra pernigra* apresentou nas amostras de méis maior riqueza de tipos polínicos (n = 74). Em contraste, *M. interrupta* apresentou menor riqueza de tipos (n = 44). Resultados semelhantes a estes foram encontrados no estudo de Ferreira e Absy (2017b), analisando tipos polínicos em méis e relações tróficas entre colônias de *M. seminigra merrillae* e *M. interrupta* criadas racionalmente em meliponários na cidade de Manaus, estado do Amazonas. Essa abordagem pode mostrar a tendência generalista dessas abelhas, conforme discutido por Ramalho et al. (2007).

Os valores encontrados para a diversidade (H'), indicaram que a espécie *M. seminigra pernigra* na comunidade de Suruacá, apresentou maiores valores ao longo do ano em relação à espécie *M. interrupta*. A análise de equitabilidade (J'), mostrou que a espécie *M. seminigra pernigra* 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 isso, *M. interrupta* apresentou a extensão de nicho polínico muito similar, com diferenças quanto à abundância dos tipos polínicos utilizados, sendo considerada menos generalista, mostrando grande preferência por poucos tipos polínicos; dos 45 tipos utilizados por *M. interrupta*, os que se apresentaram mais abundantes nas amostras foram *Miconia*, *Protium heptaphyllum* e *Eugenia*. A diversidade menor para *M. seminigra*, registrada em agosto, e para *M. interrupta*, em novembro, sugere o uso de poucas fontes que podem ter sido mais atrativas pela maior abundância de tipos, enquanto que no período chuvoso houve coleta em maior número de fontes, com reduzida frequência polínica.

Os resultados mostraram que dos 103 tipos presentes nas amostras de méis para as duas abelhas (Tabelas 1 e 2), 15 tipos polínicos foram compartilhados entre ambas as espécies. Considerando a proporção dos tipos encontrados nas amostras, observamos que as famílias botânicas sendo exploradas por ambas as espécies de abelhas foram, em ordem decrescente, Melastomataceae, Fabaceae/ Caesalpinioideae, Burseraceae, Myrtaceae e Anacardiaceae (Fig. 6).

Os meses que apresentaram maior precipitação variaram de janeiro a junho, neste mesmo período, foi o que apresentou maior riqueza de tipos polínicos para ambas as espécies de abelhas. Os maiores valores de H' e J' para a espécie *M. semigra* ocorreram durante as altas taxas de precipitação com $H'=2,635$ em fevereiro e $H'=2,344$ em abril. Em relação aos maiores valores de J' , ocorreram em meses com baixa precipitação ($J'=0,945$ em outubro e $J'=0,891$ em novembro). Já para a espécie *M. interrupta* os maiores valores de diversidade H' e J' ocorreram no mês de junho ($H'=2,128$ e $J'=0,856$) (Fig.5).

Resultados semelhantes a esses encontramos no trabalho de Oliveira et al. (2009), estudando o recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão em um fragmento de floresta na região de Manaus. Eles verificaram que a precipitação pluviométrica é o fator mais importante que influencia na extensão do nicho polínico, promovendo maior diversificação da coleta em virtude da baixa floração.

Verificou-se que a precipitação pluviométrica foi um fator importante que possivelmente influencia na extensão do nicho polínico, como verificado no mês de fevereiro, para *M. seminigra*, e de maio, para *M. interrupta*, onde se obteve o maior número de tipos polínicos. As abelhas coletaram no total nas duas comunidades 147 tipos no período chuvoso e 98 no período mais seco. Isto pode ser justificado pela oferta de recursos nos determinados períodos, sendo que no período mais seco ocorre a floração mais intensa de determinadas espécies, como *T. guianensis*. A semelhança entre os índices de diversidade mostra que essas abelhas exibem o mesmo potencial de coleta, o que pode comprometer a manutenção de sistemas mais sensíveis ou espécies populosas, dependendo da diversidade de flores e do comportamento das abelhas nas flores (Ferreira e Absy 2017a).

Neste estudo, associamos o pólen das famílias Anacardiaceae, Melastomataceae, Fabaceae/Mimosoideae e Myrtaceae com ambas as espécies de abelhas e descobrimos a abundância desses tipos polínicos nas amostras de mel (Fig.4). A família Fabaceae contribuiu para a riqueza das espécies vegetais utilizadas, especialmente para a abelha *M. seminigra*, que é considerada a mais generalista das duas espécies estudadas. Apesar de vários estudos sobre os tipos polínicos coletados por abelhas sem ferrão na região amazônica e a importância desses

estudos para o desenvolvimento da meliponicultura nas comunidades, poucos estudos priorizaram análises de pólen em amostras de mel dessas espécies, embora este seja o recurso mais valioso para os meliponicultores (Ferreira e Absy 2017b; Novais e Absy 2015; Novais et al. 2015; Rezende et al. 2018).

Conclusão

Os dados gerados pelo presente estudo, mostraram que dos 103 tipos presentes nas amostras de méis para as espécies de abelhas *M. seminigra pernigra* e *M. interrupta*, 15 tipos polínicos foram compartilhados por essas abelhas. Considerando a proporção dos tipos polínicos encontrados nas amostras, as famílias botânicas sendo exploradas por ambas as espécies de abelhas foram, em ordem decrescente, Melastomataceae, Fabaceae/ Caesalpinioideae, Burseraceae, Myrtaceae e Anacardiaceae.

Em relação aos índices ecológicos os maiores valores de H' e J' para a espécie *M. seminigra* ocorreram em fevereiro ($H'= 2,635$) e abril ($H'= 2,344$). Os maiores valores de J' , ocorrerem nos meses de outubro ($J'= 0,945$) e novembro ($J'= 0,891$). Já para a espécie *M. interrupta* os maiores valores de H' e J' ocorreram no mês de junho ($H'= 2,128$ e $J'= 0,856$).

Os valores encontrados para a diversidade (H'), indicaram que a espécie *M. seminigra pernigra* na comunidade de Suruacá, apresentou maiores valores ao longo do ano em relação à espécie a *M. interrupta*. A análise de equitabilidade (J'), mostrou que a espécie *M. seminigra pernigra* 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 isso, *M. interrupta* apresentou a extensão de nicho polínico muito similar, com diferenças quanto à abundância dos tipos polínicos utilizados, sendo considerada menos generalista, mostrando grande preferência por poucos tipos polínicos; dos 45 tipos utilizados por *M. interrupta*, os que se apresentaram mais abundantes nas amostras foram *Miconia*, *Protium heptaphyllum* e *Eugenia*.

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, Camargo JMF, Kerr WE, Miranda IPA (1984) Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera, Apoidea), para coleta de pólen na região do médio Amazonas. *Revista Brasileira de Biologia* 44:227–237.

Absy ML, Ferreira MG, Marques-Souza AC (2013) Recursos tróficos obtidos por abelhas sem ferrão na Amazônia Central e sua contribuição a meliponicultura regional. In: Bermudez EGC, Teles BR, Rocha R, editors. *Entomologia na Amazônia Brasileira*. 2th ed. Manaus (AM): Editora INPA; p. 147–158.

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. Berlim (GER): Springer International Publishing; p. 29–46.

Projeto Saúde e Alegria (2015). (organização); Fábio Pena Giuliana Henriques - Santarém: CEAPS - Almanaque da reserva extrativista Tapajós-Arapiuns: prazer em conhecer - ISBN: 978-85-68946-01-5. CEAPS - Projeto Saúde e Alegria

Barth, O M (1989) *O pólen no mel brasileiro*, Rio de Janeiro. 150 pp.

Brasil. Decreto S/N, 6 de novembro de 1998. Dispõe sobre a criação da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, nos Municípios de Santarém e Aveiro, no Estado do Pará, e dá outras providências, Brasília, 177º da Independência e 110º da República. *Legislação Federal e marginalia*.

Brito AV, Nunes RAS, Pequeno PACL, Nunes-Silva CG, Carvalho-Zilse GA (2013) Differential environmental effects on caste allocation in two Amazonian *Melipona* bees. *Apidologie* 44:666-672.

Buchmann SL (1983) Buzz pollination in angiosperms, 73- 113. In C.E. Jones R.J. & Little (eds.), *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

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.

Ebeling A, Klein AM, Schumacher J, Weisser WW, Tschardt T (2008) How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? *Oikos*, 117: 1808-1815.

Erdtman G (1952) *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Almqvist & Wiksell, Stockholm. 539 p.

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 Brasilica* 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 (2017a) Pollen analysis of honeys of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (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, 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.

Frazão RF (2013) Abelhas nativas da Amazônia e populações tradicionais: manual de meliponicultura. 1º. ed. Belém, PA: Instituto Peabiru, Programa Casa da Virada, Programa abelhas nativas da Amazônia.

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.

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis [Internet]. *Palaeontologia Electronica*, 4. [cited 2012 Oct 5]. Available from: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia (2018) Banco de Dados Meteorológicos para o ensino Pesquisa. (online) <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index> (acessado em 20 de abril de 2018).

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- ICMBio (2014) Plano de Manejo da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. ICMBio, Santarém.

Jones GD, Bryant VM, Jr (1996) Melissopalynology. In Jansonius J; McGregor DC editors. *Palynology: principles and applications*. Dallas, Texas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3: 933–938.

Jones, GD, Bryant VM, Jr (2004) The use of ETOH for dilution of honey. *Grana*, 43: 174-182.

Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF (2010) Plant Systematics; A Phylogenetic Approach. Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts, USA.

Kisser J (1935) Bemerkungen zum Einschluss in glycerin gelatine. Berlim (BE): Zeitschrift fur Wissenschaftliche Mikroskopie und Mikroskopische Technik.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G (1978) Methods of melissopalynology. Bee World 59(4):139–157.

Marques-Souza AC (1996) Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. Acta Amazônica 26: 77-86

Marques-Souza AC (1999) Características da coleta de pólen de alguns meliponíneos da Amazônia Central. 248p. Ph.D. Thesis in Biological Sciences (Botany). Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Marques-Souza AC, Miranda IPA, Moura CO, Rabelo A, Barbosa EM (2002) Características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de meliponíneos da Amazônia Central. Acta Amazônica 32: 217-229.

Marques-Souza, AC (1993) Espécies de plantas visitadas para a coleta de pólen por cinco tipos de meliponíneos da Amazônia. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 114pp.

Michener CD (2007) The Bees of the World. 2nd Ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 953 pp.

Moar NT (1985) Pollen analysis of New Zealand honey. New Zealand Journal of Agricultural Research 28: 39-70.

Nogueira-Neto P (1997) Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo (SP): Editora Nogueirapis.

Novais JS, Absy ML (2013) A Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Pará, Brazil. *Palynology* 37(2):218–230.

Novais JS, Garcez ACA, Absy ML, Santos FAR (2015) Comparative pollen spectra of *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) from the Lower Amazon (N Brazil) and caatinga (NE Brazil). *Apidologie* 46: 417–431.

Novais JS, Lima LCL, Santos FAR (2009) Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. In semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana* 48:224–234.

Nunes-Silva, P, Hilário SD, Santos-Filho PS & Imperatriz-Fonseca VL (2010) Foraging activity in *Plebeia remota*, a stingless bees species, is influenced by the reproductive state of a colony. *Psyche*.

Oliveira FF, Richers BTT, Silva JR, Farias RC, Matos, TAL (2013) Guia Ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Tefé: IDSM, 267 p.

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 Amazônica* 39: 505-518.

Pielou EC (1977) *Mathematical ecology*. New York (NY): John Wiley & Sons.

Pinheiro MT, Sazima M (2007) Visitantes florais e polinizadores de seis espécies arbóreas de Leguminosae melitófilas na Mata Atlântica no sudeste do Brasil. *Rev Bras Biocienc.* 5:447-449.

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 pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera, Apidae): Uma Análise Comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36:38-45.

Rech AR, Absy ML (2011) Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. *Grana* 50:150–161. Barth, 1989

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.

Ribeiro SLE, Hopkins, GJN, Vicentini A, Sothers AC, Costa SAM, Bento MJ, Souza DAM, Martins PHL, Lohmann GL, Assunção LCAP, Perreira CE, Silva SC, Mesquita RM, Procópio CL (1999) Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Manaus, INPA. 816p.

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

Silveira FS, Melo GAR, Almeida EAB (2002) *Abelhas brasileiras: sistemática e Identificação*. Belo Horizonte, p. 253.

Souza RR, Abreu VHR, Novais JS, Pimentel ADA, Nogueira LL (2018) A meliponicultura em comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapituns, Santarém, Pará. *Cadernos Agroecológicos* 13:1-7.

Thorp RW (2000) The collection of pollen by bees. *Plant Systematic and Evolution*, 222: 211-223.

Ueira-Vieira C, Silva-Nunes CG, Absy ML, Pinto MFFC, Keer WE, Bonetti AM, Carvalho-Zilse GA (2013) Pollen diversity and pollen ingestion in an Amazonian Stingless Bee, *Melipona seminigra* (Hymenoptera, Apidae). *Journal of Apicultural Research* 52:173–178

Vossler FG, Fagundez GA, Blettler DC (2014) Variability of Food Stores of *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the Argentine Chaco Based on Pollen Analysis. *Sociobiology* 61:449–460.

CAPÍTULO III

SOUZA, R.R.; PIMENTEL, A.D.A, ABREU, V.H.R, NOVAIS, J.S. ANÁLISE PALINOLÓGICA DE MÉIS DE *Frieseomelitta longipes* (SMITH, 1854) (APINAE: MELIPONINI) EM DUAS COMUNIDADES DA RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS, BAIXO AMAZONAS, PARÁ, BRASIL. (O artigo será submetido ao *Journal of Apicultural Research* na versão em língua inglesa).

Análise palinológica de méis de *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854) (Apinae: Meliponini) em duas comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Baixo Amazonas, Pará, Brasil

Resumo

Neste trabalho objetivamos identificar, a partir dos grãos de pólen presentes em méis estocados por *Frieseomelitta longipes*, as espécies de plantas com potencial meliponícola, além de analisar comparativamente esses espectros polínicos em duas comunidades da Reserva Extrativista (Resex) Tapajós-Arapiuns, no Baixo Amazonas, Pará. As amostras de mel foram coletadas entre dezembro de 2016 e novembro de 2017, nas comunidades de Anã e Solimões. Estas, foram obtidas uma vez por mês diretamente dos potes de armazenamento e, posteriormente, acetolisadas para posteriormente serem identificadas e analisadas. Ao todo, identificamos 184 tipos polínicos distribuídos em 38 famílias botânicas para as duas comunidades estudadas, sendo que 14 tipos polínicos permanecem indeterminados: nove para as amostras de méis de Anã e cinco para as amostras de Solimões. Desse total, 104 foram encontrados exclusivamente nas amostras de méis procedentes da comunidade Anã, 58 foram identificados exclusivamente nas amostras da comunidade de Solimões e 22 tipos polínicos em ambas as comunidades, tendo como os mais representativos: *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); *Caesalpinia peltophoporoides*, *Delonix regia* (Fabaceae/Caesalpinioideae); *Mimosa guilandinie* (Fabaceae/Mimosoideae); *Eugenia stiptata*, *Psidium guajava* (Myrtaceae) e *Cecropia* (Urticaceae). A diversidade H' foi maior ao longo do ano na comunidade de Anã e atingiu maior valor no mês de janeiro ($H' = 2,758$), comparada com a comunidade de Solimões que atingiu no mesmo mês $H' = 2,574$. Em relação à uniformidade J' das coletas, a comunidade de Anã apresentou maiores valores, atingindo o maior valor no mês de janeiro ($J' = 0,973$); em contrapartida, os menores valores foram encontrados na comunidade de Solimões, atingindo seu maior valor no mês de abril ($J' = 0,903$).

Palavras-chave: abelhas sem ferrão, Palinologia, meliponicultura, Amazônia, Recursos tróficos

Introdução

As abelhas sociais destacam-se como os principais agentes polinizadores por constituírem o maior componente de biomassa de insetos que se alimentam de pólen e néctar em muitas áreas tropicais (Silveira *et al.*, 2002; Ramalho *et al.*, 2007; Rech *et al.*, 2014). As abelhas da tribo Meliponini são popularmente conhecidas como “abelhas indígenas sem ferrão”, podendo ser manejadas de modo racional para a produção de mel, pólen e possivelmente na polinização de espécies silvestres e cultivadas (Absy *et al.*, 2018).

A relação entre flores e abelhas permite que as fontes de alimento desses insetos possam ser identificadas de forma direta, por meio de observações de abelhas forrageiras em flores ou, de maneira indireta, quando as fontes de alimento são identificadas após as abelhas forragearem o alimento (Barth, 2004, Carvalho *et al.*, 2001; Luz *et al.*, 2007). Um exemplo é a análise de pólen em amostras de mel, que pode fornecer uma valiosa contribuição para o conhecimento da flora utilizada na produção apícola e meliponícola, contribuindo para caracterizar a origem botânica do recurso utilizado (Louveaux *et al.*, 1970; Stawiarz e Wróblewska, 2010). Quando se segue uma periodicidade mensal, as análises fornecem também um calendário floral importante para estudos posteriores (Luz *et al.*, 2007).

Além disso, cada espécie de abelha pode exibir preferências florais específicas (Ramalho *et al.*, 2007; Marques-Souza, 2010). Dessa maneira, a taxa de visitação de certos polinizadores pode ser influenciada pelo tamanho da flor, umidade relativa do ar e do solo, pressão atmosférica, precipitação, temperatura, altitude e duração do dia (Bawa, 1983; Kleinert-Giovannini e Imperatriz-Fonseca, 1987; Hilário *et al.*, 2001; Kajobe e Echazarreta, 2005).

Na maioria dos ecossistemas, a conservação envolve a promoção de usos alternativos que promovam retorno econômico (Godoy *et al.*, 1993). Essas alternativas incluem a aquisição de recursos e produtos que podem ser restaurados em ecossistemas em ciclos definidos, que permitem aos proprietários de terras obter renda e manter o equilíbrio ecológico desses ecossistemas (Reis e Mariot, 1999). Neste sentido, a meliponicultura vem ganhando cada vez mais atenção como uma atividade potencialmente sustentável que constitui uma maneira de frear o desmatamento, além de gerar lucros em comunidades de baixa renda, por meio da exploração correta dos recursos produzidos por abelhas nativas sem ferrão (Ferreira e Absy, 2013).

A espécie de abelha sem ferrão *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854) possui uma distribuição geográfica neotropical que vai do sudoeste mexicano ao sudeste brasileiro (estado

de São Paulo), sendo encontrado em florestas da Amazônia (estado do Pará), em vegetação de caatinga (estado da Bahia) e cerrado (Faustino *et al.*, 2002; Teixeira *et al.*, 2007; Marques-Souza, 2010; Grüter *et al.*, 2017). Suas colônias podem ser médias a grandes e, embora a produção de mel não seja muito alta, esta espécie é bastante manejada nas comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (Resex).

Apenas um estudo melissopalínológico para esta espécie na Amazônia foi realizado por Souza *et al.*, (2018), em que foi avaliado a atividade antioxidante da própolis de diferentes colônias. No Brasil há poucos estudos de melissopalínologia para o gênero *Frieseomelitta* von Ihering, 1912, os quais focaram principalmente na espécie *Frieseomelitta varia* (Absy *et al.*, 1984; Oliveira *et al.*, 2009; Marques-Souza, 1993, 1999, 2010; Aleixo *et al.*, 2013)

Neste trabalho, objetivamos identificar, a partir dos grãos de pólen presentes em amostras de méis estocados por *Frieseomelitta longipes*, as espécies vegetais com potencial meliponícola em duas comunidades da Resex Tapajós-Arapiuns, no Baixo Amazonas, Pará. Além disso, buscamos analisar comparativamente esses espectros polínicos nas duas áreas em estudo, no que diz respeito aos tipos polínicos dominantes, verificando-se como essa abelha diversifica sua dieta ao longo do ano.

Material e métodos

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em dois meliponários localizados nas comunidades de Anã (55° 10'02,7"W 2° 40'59,9"S) e Solimões (55° 1' 32,64"W 2° 20' 43,64"S) (Figura 1), situadas na RESEX Tapajós-Arapiuns, entre os municípios de Santarém e Aveiro, localizados na mesorregião do Baixo Amazonas e sudoeste do estado do Pará, entre os Rios Tapajós e Arapiuns. A Reserva compreende uma extensão de 647.610 hectares, onde 66% localiza-se no município de Santarém e Aveiro, equivalente a 453.327 ha (BRASIL, 1998; ICMBio, 2014). Atualmente com 72 comunidades e aproximadamente 23.000 moradores, a Resex é regida por um plano de manejo que visa nortear os moradores e as entidades governamentais na gestão da unidade de conservação (Funbio, 2015).

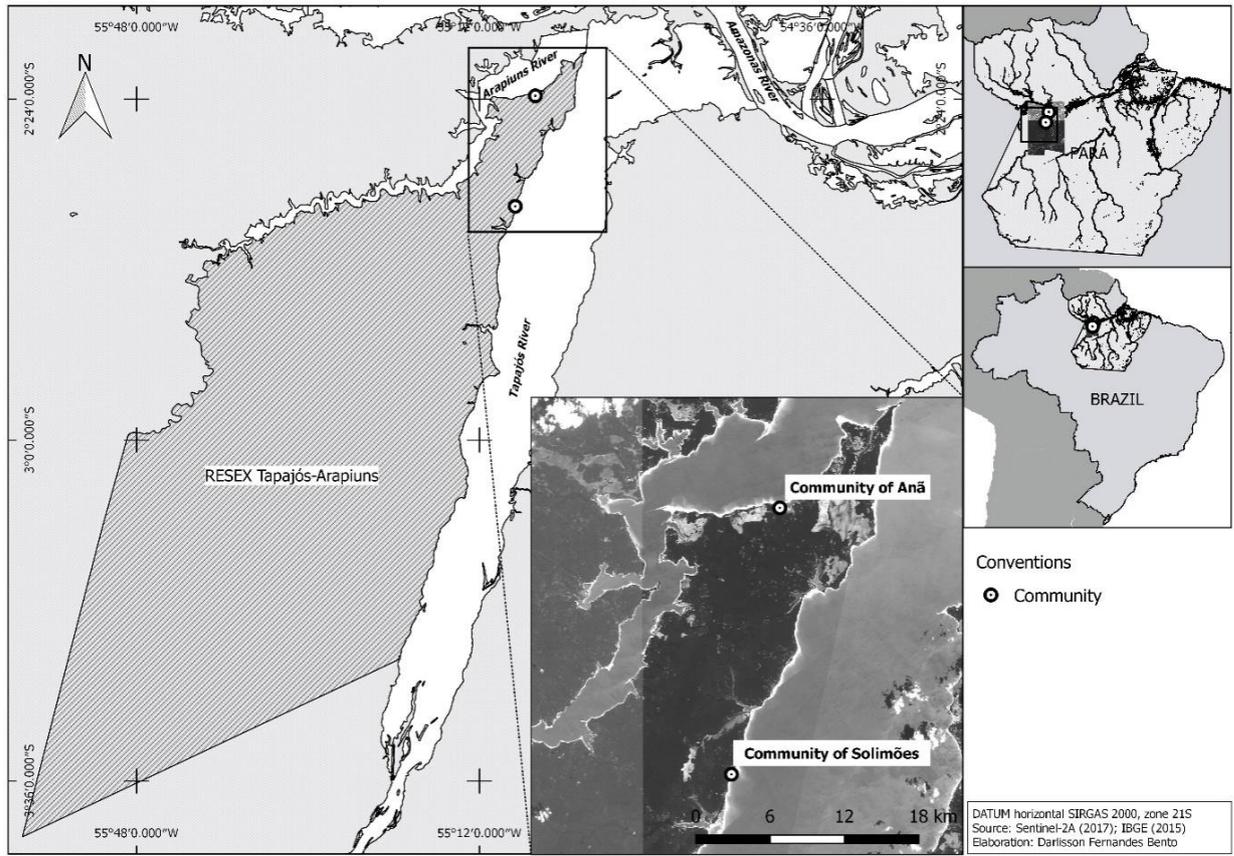


Figura 1: Área de estudo - Reserva Extrativista Tapajós –Arapiuns – (Anã e Solimões)

O clima que abrange a Resex Tapajós-Arapiuns é o equatorial continental e úmido da Amazônia Central, que apresenta calor elevado (temperaturas médias anuais entre 26 e 28 °C), com umidade alta (valores médios anuais entre 80 a 85%). Os totais anuais médios da pluviosidade variam entre 2.000 e 2.800 mm. A estação chuvosa em termos médios dura em torno de 7 a 9 meses, estendendo-se de novembro a julho, muito embora o trimestre mais chuvoso seja fevereiro, março e abril. Em relação à tipologia vegetal, predomina na RESEX a floresta ombrófila densa, que é caracterizada por árvores de grande porte, presença de lianas lenhosas e epífitas em abundância (ICMBio, 2014). Em um levantamento realizado em comunidades da Resex Tapajós-Arapiuns, Souza et al. (2018) encontraram diversas espécies de meliponíneos sendo manejados nesta área: *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854), *Frieseomelitta silvestrii* (Friese, 1902), *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811, *Melipona (Michmelia) seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950, *Scaptotrigona* sp. e *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804). Destas, as espécies mais manejadas são *Scaptotrigona* sp. e *Melipona seminigra pernigra*. Dentre as 72 comunidades, 30 manejam as abelhas sem ferrão, sendo organizadas em associações comunitárias, meliponário coletivo e particular (Figura 2).



Figura 2: a - Meliponário na comunidade de Anã b -Meliponário na comunidade de Solimões, inseridas na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (Fotos: Souza, RR).

A comunidade de Anã

Subindo o rio Arapiuns é a primeira comunidade na margem esquerda, na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, a cerca de quatro horas de navegação de Santarém. O acesso é exclusivamente por via fluvial. O território da comunidade, com uma extensão de cerca 1.200 hectares, apresenta um solo bastante arenoso, de origem fluvial e uma vegetação composta de capoeiras e matas secundárias, resultado da exploração madeireira e da agricultura de corte e queima. Em uma região tradicionalmente ocupada por populações de descendência indígena, as comunidades ribeirinhas se formaram a partir das antigas vilas que resultavam de velhas missões e de lugares de antigas aldeias indígenas. Atualmente é composta por 82 famílias (cerca 480 moradores). Na economia o extrativismo é atividade principal, seguida da produção de farinha de mandioca, criações de galináceos, pesca e a atividade meliponícola nesta comunidade é bem intensa apresentando um maior número de manejadores de abelhas, um total de 10 manejadores, o mel é o principal subproduto desta atividade sendo comercializado na própria comunidade e na cidade de Santarém (Figura 3) (Projeto Saúde e Alegria, 2015).



Figura 3: Comunidade de Anã, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (Foto: Souza, RR).

Comunidade de Solimões

A aldeia indígena de Solimões, localizada às margens do rio Tapajós, em Santarém, no oeste do Pará, conta com 44 famílias, o percurso até o local é feito por meio fluvial, através de embarcações que saem de Santarém. Assim como as demais comunidades localizadas na RESEX predomina a economia do extrativismo e benéficos do governo. Em relação a atividade meliponícola, estão iniciando as atividades com destaque para uma produtora que maneja 4 espécies de meliponíneos, o qual extrai o mel para fazer produtos caseiros para curar enfermidades a base de conhecimento tradicional (Figura 4).



Figura 4: Comunidade de Solimões, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, região do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. (Foto: Souza, RR).

Identificação das abelhas sem ferrão

Para identificação das abelhas, foram coletados 5 indivíduos (operárias) em colmeias implantadas nos meliponários das duas comunidades em estudo (Anã e Solimões). As abelhas foram coletadas com câmara mortífera, passaram por um processo de acondicionamento, sendo posteriormente montadas e etiquetadas, seguindo os padrões entomológicos usuais, e enviadas para o laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) (Figura 5).



Figura 5: Operária de *Friseomelitta longipes* na entrada da caixa no meliponário da comunidade de Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil. Foto: (Souza, RR).

Coleta do mel

As coletas foram realizadas entre dezembro de 2016 e novembro de 2017. Dessa forma, um total de 24 amostras de mel de *Friseomelitta longipes* foram obtidas, sendo 12 para cada comunidade. A amostragem foi realizada sempre na mesma caixa de abelha durante os 12 meses de coleta, sendo o mel retirado por meio de uma pipeta plástica esterilizada. Sempre que possível, foi obtido cerca de 10 mL de mel, o qual foi acondicionado em potes plásticos com tampa e devidamente identificados. Posteriormente, essas amostras foram mantidas num refrigerador a uma temperatura de cerca de 10 °C até o início do processamento.

Processamento químico e identificação de pólen

Em laboratório, o tratamento adotado foi o uso de acetólise (Erdtman, 1960), seguindo a recomendação de (Jones e Bryant, 2004) e (Novais e Absy, 2013), utilizando etanol a 95% (ETOH) para a diluição inicial do mel. Após o processo de acetólise, foram preparadas, no mínimo, três lâminas de cada amostra utilizando gelatina glicerinada de Kissler (Salgado-Laboriau, 1961 *apud* 1973), seladas com parafina (J. Müller modificado em Erdtman, 1952) após a análise microscópica, foram feitas fotomicrografias e mensurados com auxílio de um microscópio óptico com régua acoplada na objetiva de 40x e calculada a média do diâmetro polar (DP) e do diâmetro equatorial da vista polar (DEVP) de cada tipo polínico. Para identificar os tipos polínicos foram utilizadas bibliografias palinológicas especializada (Roubik e Moreno, 1991; Carreira *et al.*, 1996; Joosten e De Klerk, 2002; De Klerk e Joosten, 2007), bem como consulta à Palinoteca do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). As lâminas foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Botânica e Palinologia - LabPal da UFOPA.

Análise dos grãos de pólen no mel e análise estatística

Para análise quantitativa do pólen nas amostras de mel, contamos 500 grãos de pólen para cada amostra, conforme Moar (1985). As frequências dos grãos de pólen foram

classificadas de acordo com Louveaux (1978): pólen dominante (PD= > 45%), pólen acessório (PA= 16 a 45%), pólen isolado importante (PI= 3 a 15%) e pólen isolado ocasional (Pio= < 3%). O índice de diversidade de Shannon-Weaver (1949) (H') foi calculado usando a seguinte equação: $H' = -\sum (p_i \cdot \ln p_i)$, onde H' é o índice de diversidade, (p_i) é a proporção de cada tipo polínico encontrado na amostra, e (ln) é o logaritmo natural. O índice J de Pielou (1977) foi usado para avaliar a uniformidade das amostras de mel entre as duas comunidades, usando a seguinte equação: $J' = H' / H'_{max}$ onde H' é o índice de diversidade e H'_{max} é o logaritmo natural para o número total de tipos polínicos presentes nas amostras. O conjunto de interações entre os recursos coletados e a abelha *Frieseomelitta longipes* nas duas comunidades, foram representados por famílias botânicas em um grafo bipartido gerados o software R (pacote: bipartido).

Resultados

Ao todo, identificamos 184 tipos polínicos distribuídos em 38 famílias botânicas nas duas comunidades estudadas (Anã e Solimões). Além disso, 14 tipos polínicos permanecem indeterminados, sendo nove para as amostras de méis de Anã e cinco para as amostras de Solimões. Desse total de tipos polínicos, 104 foram encontrados exclusivamente nas amostras de méis procedentes da comunidade Anã e 58 tipos polínicos foram exclusivamente encontrados nas amostras da comunidade de Solimões; 22 tipos polínicos foram encontrados nas amostras em ambas as comunidades (Tabela 1).

Comunidade de Anã

Na comunidade Anã, foram reconhecidos 126 tipos polínicos, distribuídos em 27 famílias e nove tipos indeterminados. O tipo polínico classificado como PD (pólen dominante) para esta comunidade foi *Spondias mombin* (Anacardiaceae), com 48,00 %, destacando que foi o único tipo polínico dominante para esta comunidade. Os tipos polínicos classificados como PA (pólen acessório) foram: *Psidium* (Myrtaceae), em agosto (34,00%); junho (15,00 %) e abril (15,80 %); *Chamaecrista* (Fabaceae), em agosto (27,60 %); *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) em novembro (25,00 %), abril (21,20 %) e maio (19,60 %); *Psidium guajava* (Myrtaceae) em julho (19,20 %); Indeterminado em setembro (17,60 %) e Myrtaceae tipo 6 em

abril (17,20 %) em abril. Os demais tipos polínicos foram classificados como PIs (pólen isolado importante), com destaque para: *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) em setembro (14,00 %); *Bactris* (Arecaceae) em junho (13,60%); Lamiaceae tipo em fevereiro (11,60 %); Celastraceae tipo em fevereiro (11,40%); *Eugenia* tipo (Myrtaceae) em julho (11,20 %) e para a família Fabaceae com 5 tipos *Toxocodendron* em março (9,00 %), *Cassia* em dezembro/2016 (8,00 %), *Mimosa* em novembro (7,60 %), *Copaifera* em fevereiro e *Dialium* em novembro com (7,00 %). Dentre os tipos polínicos isolados ocasionais, tiveram destaque: *Euterpe* (Arecaceae) em agosto (2,40 %) e junho (1,60%) e *Ambrosia* (Asteraceae) em dezembro/2016 (1,20 %) e em janeiro/2017 (2,00 %) (Tabela 1) (Figura 8).

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Tipo 2		6,20										
Tipo 3						9,00						
ARECACEAE												
<i>Astrocaryum</i>									1,00			7,00
<i>Bactris</i>								13,60				
<i>Cocos nucifera</i>					0,80				1,20			
<i>Euterpe</i>							1,60		2,40			
<i>Elaes</i>												
Tipo 1											10,00	
Tipo 2												3,40
ASTERACEAE												
<i>Eupatorium</i>			1,00									
<i>Ambrosia</i>	1,20	2,00										
Tipo						3,00						
BURSERACEAE												
<i>Protium heptaphyllum</i>						5,00		1,0		14,0		
CELASTRACEAE												
Tipo 1			11,40									
Tipo 2											3,00	
CLUSIACEAE												
Tipo											6,80	
COMBRETACEAE												
<i>Combretum</i>							2,40					
Tipo			0,80									
CYPERACEAE												
<i>Cyperus</i>									0,80			

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
DELLINEACEAE												
Tipo								3,20				
EUPHORBIACEAE												
<i>Aparisthium</i>	3,80											
<i>Croton</i>				1,00	1,40	1,00						
<i>Alchornea</i>	7,00											
<i>Sapium</i>												9,60
Tipo	3,00											
FABACEAE/CAESAEPINIOIDEAE												
<i>Caesapinia</i>	4,00	7,00										
<i>Copaifera langsdorfii</i>		7,00							6,00			
<i>Cassia</i>	8,00	7,00										
<i>Cenostigma tocatynum</i>					2,20							
<i>Chamaecrista</i>										1,60		2,00
<i>Delonix regia</i>			1,60			12,80			27,60			
<i>Dialium</i>												1,80
<i>Hymenea</i>			2,8									
<i>Hymenea paviflora</i>												1,40
<i>Senna</i>						4,60						
<i>Schizolobium amazonicum</i>				2,20								
<i>Tamarindus</i>								1,60				
Tipo 1			3,60									
Tipo 2				2,40								
Tipo 3						1,20						
Tipo 4						14,00						

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Tipo 5							6,00					
Tipo 6								4,20				
Tipo 7								5,00				
Tipo 8											11,20	
Tipo 9											7,00	
Tipo 10											10,40	
FABACEAE/FABOIDEAE												
<i>Aeschynomene brasilianum</i>	7,00											
<i>Swartzia</i>											3,20	
FABACEAE/MIMOSOIDEAE												
<i>Acacia</i>	5,00			1,80	1,20			2,20				
<i>Inga</i>									1,80			7,00
<i>Mimosa</i>												
<i>Mimosa guilhandini</i>						6,00						7,60
<i>Mimosa pigra</i>	6,60											
<i>Mimosa pudica</i>							2,00		1,40			
<i>Piptadania</i>					0,60					2,40		
LAMIACEAE					1,40							
Tipo		4,60	11,60									
MALPIGHIACEAE												
<i>Byrsonima</i>	2,00									1,40		
<i>Heterotropterys</i>			5,20									
<i>Malpighia</i>		3,00	1,00									
Tipo 1												1,40
Tipo 2							1,60					
Tipo 3								4,20			7,20	

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
MALVACEAE												
<i>Sida</i>						5,00						
Tipo					1,00							
<i>Rhodognofalopsis minor</i>											1,60	
MELASTOMATACEAE												
<i>Bellucia</i>										3,00		1,00
<i>Miconia</i>		6,00	4,80									
<i>Mouriri</i>										3,00		
Tipo 1							18,60					
Tipo 2							1,40					
MYRTACEAE												
<i>Eugenia</i>												
<i>Eugenia stiptata</i>							11,20				1,40	6,60
<i>Myrcia</i>										4,80		
<i>Psidium guajava</i>				15,80	17,20	15,00	6,20	34,00	5,00			
<i>Serjania</i>							19,20					
Tipo 1					2,00			4,00	3,00	2,00		
Tipo 2			3,40									
Tipo 3			3,20									
Tipo 4			5,40									
Tipo 5			7,40									
Tipo 6				11,20								
Tipo 7					17,20							
Tipo 8							7,20					
Tipo 9								7,40				
Tipo 10								13,40				

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Tipo 11								5,40				
Tipo 12											14,60	
PASSIFLORACEAE												
Tipo												5,80
POLYGONACEAE												
<i>Triplaris</i>	1,40				1,60							
RUBIACEAE												
Tipo	7,00	11,00										
SAPINDACEAE												
<i>Matayba</i>		5,80	3,80									
<i>Talisia</i>	5,00	7,00										
Tipo 1		5,00			4,00							1,00
Tipo 2						7,00						
Tipo 3		2,80									6,20	
SAPOTACEAE												
Tipo		3,60									7,00	
URTICACEAE												
<i>Cecropia</i>		9,20		10,80	9,00	7,40	2,60	5,40	2,40			
VERBENACEAE												
<i>Lippia</i>												3,00
INDETERMINADO												
Tipo1			9,00									
Tipo2				4,80								
Tipo3				14,60								
Tipo4				5,00								
Tipo5							5,20					

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Tipo6								5,60				
Tipo7								3,40				
Tipo8									23,00			
Tipo9										17,60		
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N° de tipos polínicos	15	17	20	16	19	14	15	15	14	13	15	17
Diversidade H'	2,262	2,758	2,81	2,506	2,294	2,395	2,338	2,272	2,078	1,682	2,551	2,474
Equitabilidade J'	0,835	0,973	0,923	0,904	0,779	0,908	0,864	0,839	0,787	0,677	0,942	0,873

Comunidade de Solimões

Para a comunidade de Solimões foram identificados 80 tipos polínicos distribuídos em 26 famílias botânicas e cinco tipos indeterminados. O tipo polínico *Delonix regia* (Fabaceae/Caesalpinioideae) foi considerado PD para as amostras de méis desta comunidade, com porcentagem de 46,00% no mês de setembro, considerado o único tipo polínico dominante para esta comunidade. Os tipos polínicos considerados PA foram: *Cecropia* (Urticaceae) em agosto (38,80%); *Caesalpinia peltophoroides* (Fabaceae/Caesalpinioideae) em junho (38,60%), setembro (26,20%) e outubro (19,40%); Moraceae em junho (34,60%); *Syzygium malaccense* (Myrtaceae) em novembro (32,00%); *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) em setembro (31,80%) e novembro (16,00%); *Schefflera morototoni* (Araliaceae) em dezembro/2016 (23,00%), janeiro (21,80%), fevereiro (27,00%) e março (31,00%); Myrtaceae tipo 4 em novembro (26,40%); *Solanum* (Solanaceae) em novembro (21,60%); *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) em dezembro/2016 (22,00%) e janeiro (30,00%); *Miconia* (Melastomataceae) em julho (17,00%); *Spondias mombin* (Anacardiaceae) em março (19,40%), abril (17,00%) e dezembro/2016 (15,20%); *Eugenia* (Myrtaceae) em junho (18,60%) e outubro (16,00%) e *Mimosa guilhandini* (Fabaceae/ Mimosoideae) em maio (15,80%) (Figura 9).

Os tipos polínicos classificados como PII *Psidium* (Myrtaceae) em abril (14,20%); *Myrcia* (Myrtaceae) em agosto (11,00%); *Pouteria* (Sapotaceae) e *Syzygium* (Myrtaceae) ambos em agosto (9,00%). Destaque para a família Myrtaceae nas amostras de méis de *Friseomelitta longipes* para essa comunidade. Como PIO, Lamiaceae tipo em abril (2,80%) e *Croton* (Euphorbiaceae) também em (2,60%), obtiveram a maior frequência dentro desta classe (Tabela 2).

Tabela 2: Percentagens de tipos polínicos identificados em amostras de méis de *Frieseomelitta longipes* entre dezembro de 2016 e novembro de 2017 na comunidade de Solimões, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
AMARANTHACEAE												
<i>Alternanthera</i>			7,40									
Amaranthaceae tipo					3,00							
ANACARDIACEAE												
<i>Anacardium occidentale</i>					6,80	6,60						
<i>Mangifera indica</i>		2,40										
<i>Spondias mombin</i>	15,20			19,40	17,00		9,00					
<i>Tapirira guianensis</i>	30,00	22,00	13,40	15,00		10,60	10,20			4,00	11,60	
ARALIACEAE												
<i>Schefflera morototoni</i>	23,00	21,80	27,00	31,00				5,20		5,00		
Tipo 1					7,00							
Tipo 2						1,80						
Tipo 3							2,20	11,20				
ARECACEAE												
<i>Astrocaryum</i>						1,40						
<i>Elaes</i>								1,00		1,60		
<i>Maximiliana maripa</i>												1,60
Tipo 1								1,60				
Tipo 2											5,20	
BURSERACEAE												
<i>Protium heptaphyllum</i>		1,00	4,20				11,00				31,80	16,00
DICHAPETALACEAE												
<i>Tapura</i>							3,40					

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
DILLINEACEAE												
<i>Doliocarpus</i>			4,40									
EUPHORBIACEAE												
<i>Croton</i>					2,60							
<i>Sapium</i>			1,20			1,60						
<i>Sebastiania</i>		1,20										
Euphorbiaceae tipo					3,60				5,00			
FABACEAE/CAESALPINIOIDEAE												
<i>Caesalpinia peltophoporoides</i>					6,80	10,40		38,60		26,20	19,40	
<i>Crotalaria</i>	7,00											
<i>Cassia</i> tipo 1		3,60				2,20						
<i>Cassia</i> tipo 2			5,20									
<i>Cassia</i> tipo 3								2,00				
<i>Copaifera</i>												
<i>Copaifera langsdorfii</i>	1,80											
<i>Cenostigma tocatynum</i>				4,00								
<i>Delonix regia</i>	1,80		1,20		3,60			11,60		46,00		
Tipo 1		5,00										
Tipo 2		4,60										
Tipo 3		3,40										
Tipo 4			3,40									
Tipo 5			8,00									
Tipo 6			2,40									
Tipo 7	5,00											
FABACEAE/FABOIDEAE												
Tipo 1		1,00				12,20						

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
FABACEAE/MIMOSOIDEAE												
<i>Leucaena</i>	3,00											
<i>Mimosa</i>		2,00	0,80		3,00			1,00				
<i>Mimosa guilhandini</i>	5,00	1,00		11,00	11,60	15,80	6,00	3,00				
LAMIACEAE												
<i>Hyptis</i>					2,80							
MALPIGHIACEAE												
<i>Malpighia glaba</i>		8,60	3,80			5,00						
Malpighiaceae tipo											3,60	
MALVACEAE												
<i>Bombax munguba</i>		1,40								3,60	1,40	
Malvaceae tipo								1,00				
<i>Rhodogfalopsis minor</i>		1,40			1,00	3,00		6,60		7,60		
MELASTOMATACEAE												
<i>Bellucia</i>												1,40
<i>Miconia</i>		2,00		3,20				17,00	4,00			
Melastomataceae tipo											1,40	
MELIACEAE												
<i>Swietenia machophylla</i>		1,60	3,00									
Meliaceae tipo		1,20										
MORACEAE												
Moraceae tipo							34,60					
MYRTACEAE												
<i>Eugenia</i>	6,80			7,40	7,80	8,80	18,60	9,00			16,00	
<i>Eugenia stiptata</i>												
<i>Myrcia</i>									11,00			

Família/Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Solanum</i>												21,60
URTICACEAE												
<i>Cecropia</i>									38,80			
INDETERMINADO												
Tipo1						6,00						
Indet.2								4,80				
Indet.3								1,40				
Indet.4								2,00				
Indet.5									3,20			
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N° de tipos polínicos	11	23	19	10	18	16	10	15	8	9	9	7
Diversidade H'	1,964	2,574	2,5	1,95	2,61	2,541	1,915	2,084	2,06	1,745	1,843	1,512
Equitabilidade J'	0,819	0,821	0,849	0,847	0,903	0,917	0,832	0,77	0,938	0,758	0,839	0,777

Índices ecológicos

Obtivemos os maiores valores de amplitude de nicho para *F. longipes* na comunidade de Anã em janeiro de 2017 ($H' = 2,758$) e setembro de 2016 ($H' = 2,551$) e os menores valores para agosto ($H' = 2,078$) e setembro ($H' = 1,682$). Para a comunidade de Solimões, os maiores valores foram encontrados em janeiro ($H' = 2,574$) e abril ($H' = 2,61$) e os menores valores em setembro ($H' = 1,745$) e novembro ($H' = 1,512$) (Figura 6).

Para os valores de uniformidade, foram encontrados em janeiro ($J' = 0,973$) e outubro ($J' = 0,942$) as mais altas uniformidades, enquanto que os menores valores ocorreram em agosto ($J' = 0,787$) e setembro ($J' = 0,677$), para a comunidade de Anã. Enquanto que, em Solimões, as maiores uniformidades foram observadas em abril ($J' = 0,903$) e agosto ($J' = 0,938$). Os menores valores de uniformidade ocorreram em julho ($J' = 0,77$), seguido por setembro ($J' = 0,758$) (Figura 6).

A extensão do nicho polínico, indicou que a comunidade de Anã apresentou uma maior diversidade em relação à comunidade de Solimões ao longo do ano. Isso foi notório também para a uniformidade (J'), em que a *F. longipes* criada em meliponário nessa comunidade, ampliou seu nicho polínico, utilizando diferentes tipos, sendo assim mais homogêneo e indicando ser mais generalista no uso dos recursos que as *F. longipes* da comunidade de Solimões (Figura 6).

Esses resultados revelaram que dos 184 tipos presentes nas amostras de méis para as duas comunidades (Tabelas 1 e 2), 22 tipos polínicos foram compartilhados entre ambas as espécies. Considerando a proporção dos tipos de pólen coletados por essa abelha em ambas as comunidades, observou-se que as famílias Anacardiaceae, com os tipos polínicos *Spondias mombin* e *Tapirira guianensis*; Fabaceae/Caesalpinioideae, com *Caesalpinia peltophoporoides* e *Delonix regia*; Fabaceae/Mimosoideae, com *Mimosa guilhandinie*; Myrtaceae, com *Eugenia stiptata* e *Psidium guajava* e Urticaceae, com *Cecropia*, foram as mais representativos durante o ano estudado (Figura 7).

Dados climáticos

As variáveis ambientais foram coletadas ao longo do ano e indicaram uma diminuição no volume de chuvas a partir de maio, com a menor precipitação média (zero) em novembro. Simultaneamente, os valores médios de umidade relativa caíram, alcançando o menor índice (79%) em novembro, quando a temperatura média mais alta (29 °C) também foi registrada. O índice pluviométrico atingiu um valor máximo (256 mm) em março. Durante o período de chuva foram verificados os maiores índices tanto de diversidade quanto de equitabilidade. Esses índices indicam uma sutil queda no período mais seco do ano.

O período chuvoso mostra uma maior riqueza de tipos disponíveis, o que mostra que o regime de chuvas pode estar mais relacionado com diversidade de distribuição dos recursos do que com o hábito de coleta da abelha. Esses dados são mais evidentes em abelhas mais especialistas como as abelhas do gênero *Melipona*. (Figura 6).

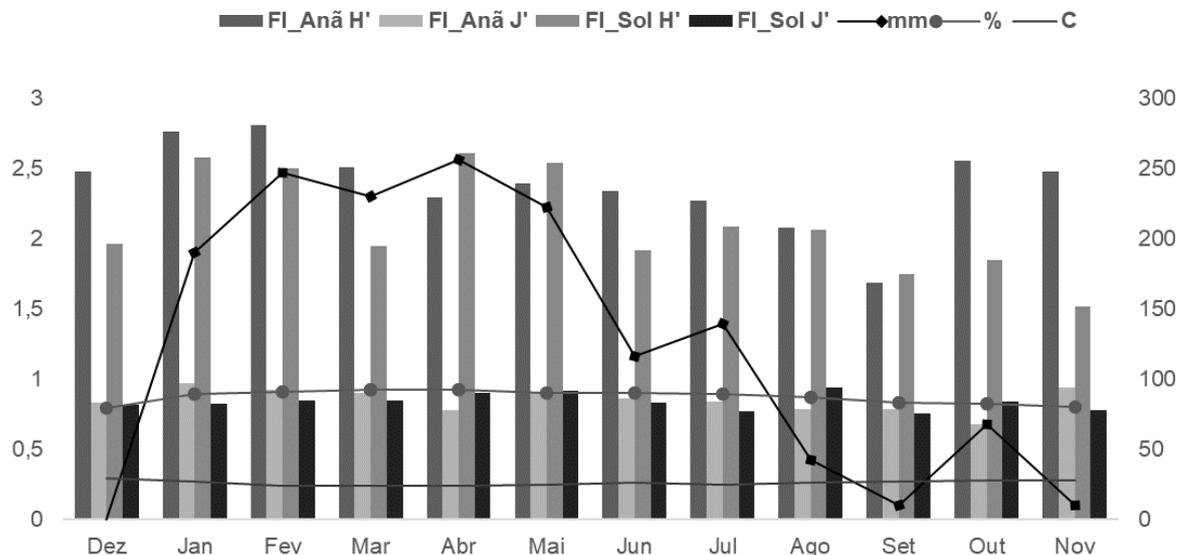


Figura 6: Relação entre os índices de diversidade (H') e uniformidade (J') dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel de *Frieseomelitta longipes* e do dados de temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) nas comunidades de Anã e Solimões, Resex Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil, entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.

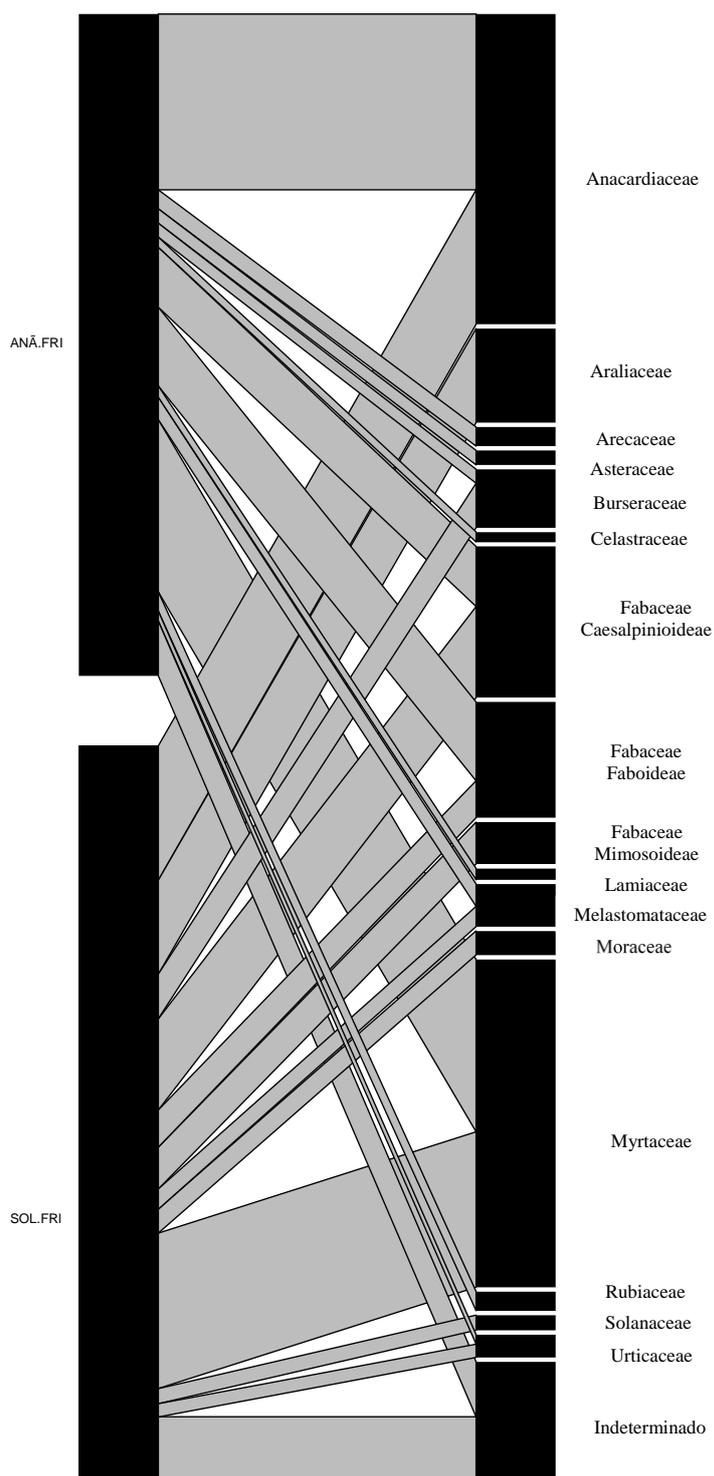


Figura 7: Grafo (bipartido) de proporção representando as interações entre as famílias botânicas dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel a abelha *Frieseomelitta longipes* nas comunidades de Anã (Anã_Fri) e Solimões (Sol_Fri), RESEX Tapajós-Arapiuns, Pará, Brasil, entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.

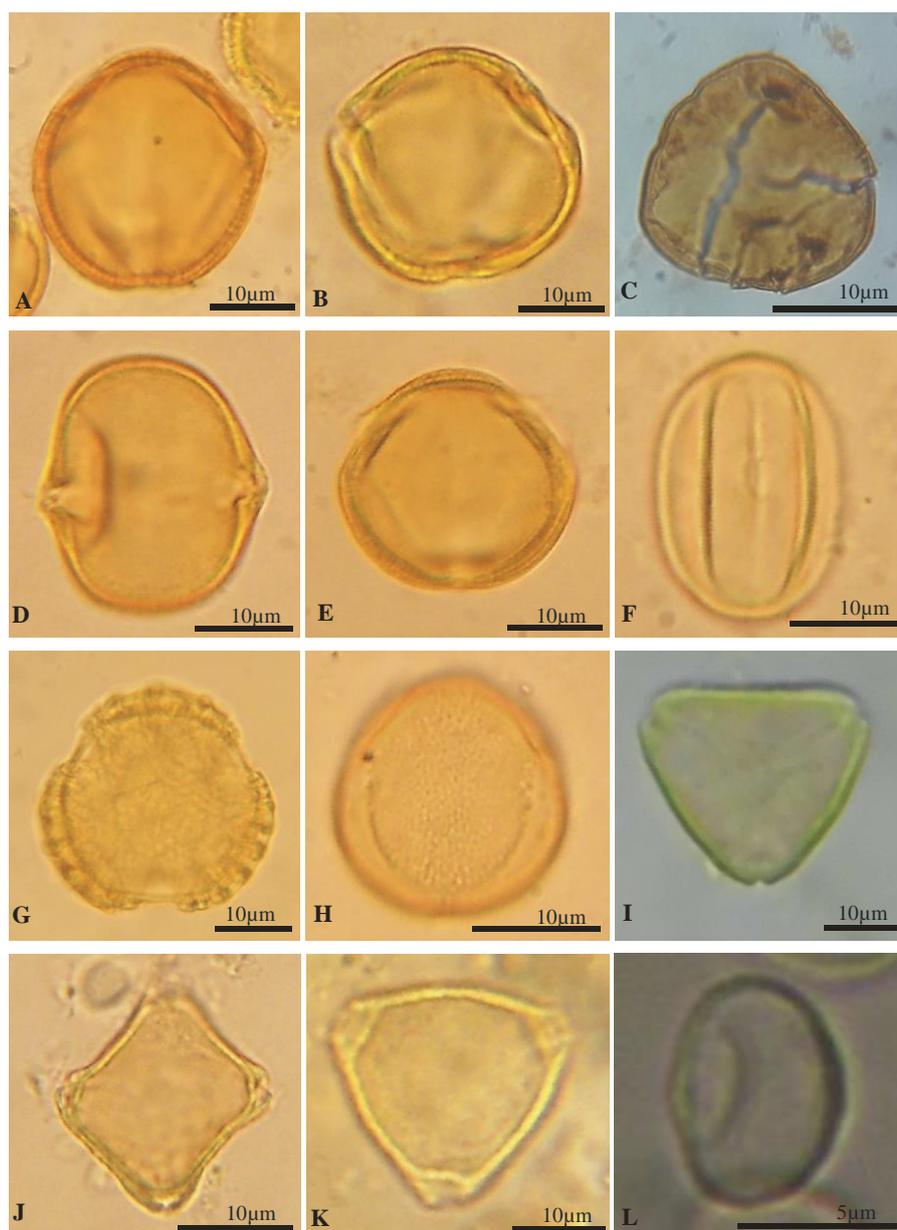


Figura 8: Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Frieseomelitta longipes* na comunidade de Anã Anacardiaceae, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (A, B); Arecaceae, *Bactris* (C); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (D); Celastraceae (E); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Chamaecrista* (F); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Delonix regia* (G); Lamiaceae (H); Myrtaceae, *Eugenia* (I); Myrtaceae, *Psidium guajava* (J); Myrtaceae tipo 6, (K) Urticaceae, *Cecropia* (L).

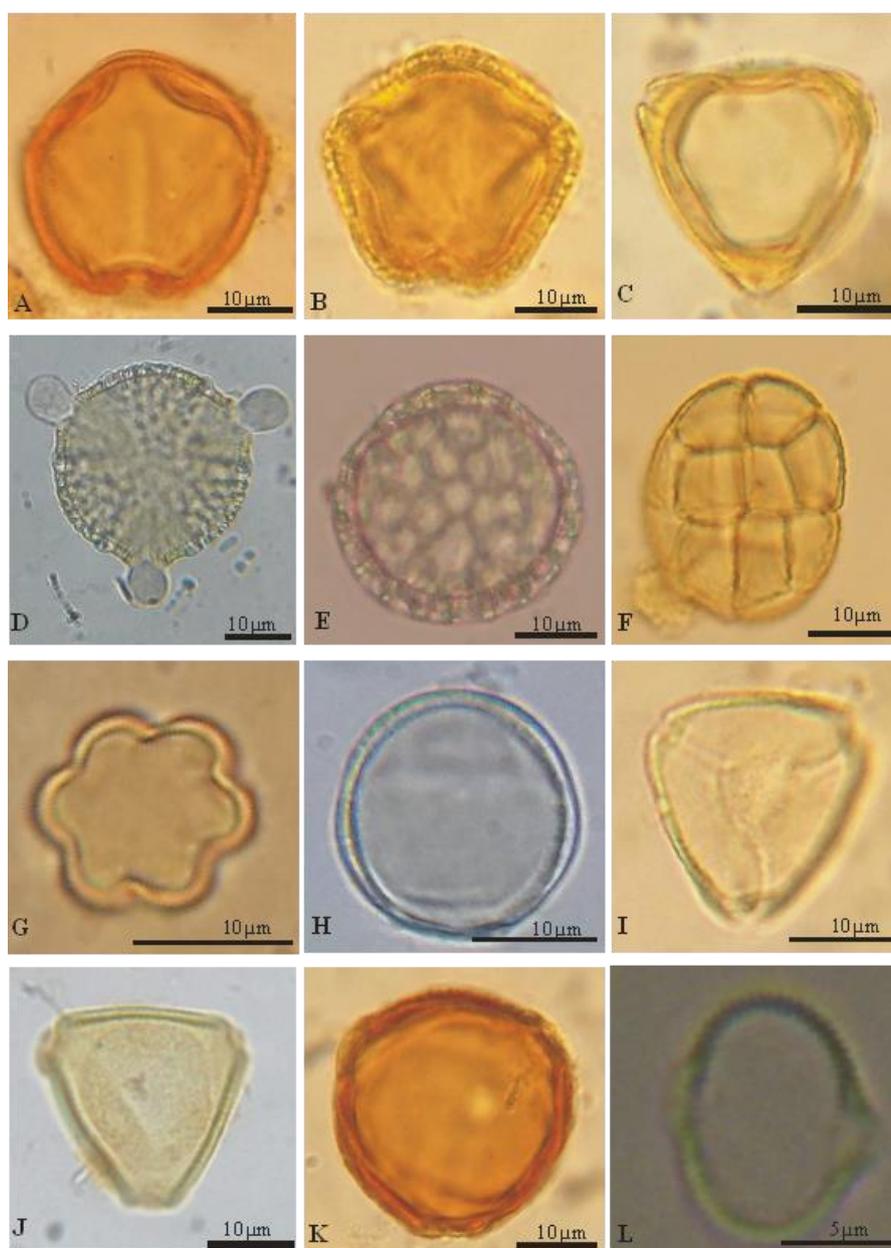


Figura 9: Fotomicrografias dos tipos polínicos mais frequentes para as amostras de mel de *Frieseomelitta longipes*. Na comunidade de Solimões. Anacardiaceae, *Tapirira guianensis* (A); Araliaceae *Schefflera morototoni* (B); Burseraceae, *Protium heptaphyllum* (C); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Caesalpinia peltophoroides* (D); Fabaceae/Caesalpinioideae, *Delonix regia* (E); Fabaceae/Mimosoideae, *Mimosa guilhandini* (F); Melastomataceae, *Miconia* (G); Moraceae (H); Myrtaceae, *Syzygium malaccense* (I); Myrtaceae tipo 4 (J); Solanaceae (K) e Urticaceae, *Cecropia* (L).

Discussão

Abelhas consideradas como menos especializadas quanto à sua organização e comunicação, como as do gênero *Frieseomelitta* von Ihering, 1912, costumam dispersar-se na procura pelo alimento e visitam plantas que são desprezadas pelas abelhas consideradas mais especializadas, como as do gênero *Melipona* Illiger, 1806 (Marques-Souza, 2010).

As amostras de mel de *F. longipes* na comunidade de Anã apresentaram uma riqueza de tipos polínicos maior, comparadas à comunidade de Solimões. Observamos que, durante um ano, as operárias dessa espécie diversificaram muito suas fontes de alimento, principalmente na comunidade de Anã, com 126 tipos polínicos.

Embora o espectro polínico do mel de *F. longipes* tenham apresentado um total de 126 tipos polínicos para a comunidade de Anã e 80 tipos polínicos para a comunidade de Solimões, apenas seis tipos polínicos foram amplamente explorados, mostrando que as abelhas intensificam sua coleta em poucas fontes na escala espaço-temporal. Estes resultados são consistentes com o trabalho de Marques-Souza (2010) sobre *Frieseomelitta varia*, onde o autor identificou 79 tipos polínicos distribuídos em 60 gêneros e 37 famílias botânicas, mas, apenas quatro desses representavam espécies de fato mais atrativas para essa abelha: *Cecropia*, *Morus*, *Myrcia amazonica* e *Pouteria macrophylla*. Para a comunidade de Anã, 12 tipos polínicos foram identificados em nível de família e todos os tipos pertencentes a família Myrtaceae. Marques-Souza et al. (2002), estudando as características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de meliponíneos da Amazônia central, observaram que a espécie *Frieseomelitta* sp. visitou bastante a espécie vegetal *Myrcia amazonica*. Foi possível afirmar no estudo citado que as espécies mais exploradas *Myrcia amazonica* e *Miconia myrianthera* possuem grãos de pólen pequenos e de superfície lisa, o que facilita a coleta desses tipos polínicos por *Frieseomelitta* sp.

A extensão do nicho polínico, dado pelo índice de diversidade (H'), indicou que o espectro polínico de *F. longipes* na comunidade de Anã mostrou maiores valores durante todo o ano comparados com os valores da comunidade de Solimões. Os valores de H' foram elevados nos meses de abril e agosto para a comunidade de Anã e janeiro e julho para a comunidade Solimões, conseqüentemente os valores para uniformidade J' foram

baixos nesses meses. Isso indica que *F. longipes* realizou uma coleta mais ampla e diversificada na comunidade de Anã, apresentando um extenso nicho polínico, com padrão de coleta mais homogêneo, apresentando hábito mais generalista no uso dos recursos comparando com a mesma espécie para a comunidade de Solimões (Figura 4).

Similarmente, Aleixo *et al.*, (2013), estudando o pólen coletado e atividades de forrageamento de *Frieseomelitta varia* (Lepelletier, 1836), em uma paisagem urbana, encontraram 77 tipos polínicos distribuídos em 36 famílias e 60 gêneros nas amostras estudadas, o que mostra quão diversa é a coleta por recursos alimentares por abelhas desse gênero. Este padrão também foi encontrado em ambientes naturais por Teixeira *et al.*, (2007), analisando diversos estudos brasileiros sobre o uso de recursos florais por abelhas do gênero *Frieseomelitta* em áreas com diferentes tipos de vegetação, em que mencionam que as operárias visitavam um grande número de espécies de plantas, mas apenas focavam em algumas delas: *Ceiba speciosa* (Malvaceae), *Delonix regia* (Fabaceae/Caesalpinioideae) e *Poincianella pluviosa* (Fabaceae/Caesalpinioideae). O que corrobora com este trabalho, pois o tipo polínico *Delonix regia* foi o tipo dominante para a comunidade de Anã. No mesmo estudo, os autores destacaram a presença das famílias Fabaceae/Caesalpinioideae e Myrtaceae como sendo as mais visitadas por esta espécie de abelha, corroborando nosso estudo.

Agostini e Sazima (2003), encontraram em seus estudos, 13 tipos polínicos de Fabaceae/Caesalpinioideae, sendo esta a família/subfamília mais bem representada em termos de riquezas de tipos polínicos. Enquanto isso, Marques-Souza (2010) observou que a família Myrtaceae também foi importante, sendo a terceira família mais visitada pela ordem de coleta encontrada em termos de números de tipos polínicos.

Em relação aos fatores climáticos, *F. longipes* apresentou maior riqueza de tipos polínicos no período chuvoso na região Amazônica em ambas as comunidades. Para Pick & Blochtein (2002), a atividade de voo de abelhas sem ferrão é influenciada por variáveis ambientais e sua atividade forrageadora de pólen reflete a influência dos parâmetros meteorológicos. Do mesmo modo, Ferreira *et al.*, 2010, em estudo polínico de *Scaptotrigona depilis*, sugere que as variáveis ambientais estejam mais relacionadas com a disponibilidade de recursos do que com o hábito de coleta pelas abelhas.

Oliveira *et al.* (2013), estudando recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas, detectaram que as abelhas

coletaram 72 tipos no período chuvoso e 47 no período mais seco. Isso pode ser justificado no período de chuvas intensas as abelhas têm preferência pelo recurso polínifero, devido ao néctar estar e em grande parte guardado, o que dificulta seu processamento e desidratação na produção do mel. O seja, nesse período a abelha investe mais na coleta e estoque de pólen ao passo que no período seco as abelhas intensificam sua coleta no néctar e estoque de mel. Isso fica evidente em abelhas do gênero *Melipona* (Ferreira & Absy, 2015,2017 a,b)

Conclusão

Frieseomelitta longipes diversificou consideravelmente sua coleta nas duas comunidades estudadas, pois identificamos uma quantidade considerável de tipos polínicos, fato que destaca a importância das espécies vegetais com florescimento em períodos do ano diferentes para essa espécie. Apesar do alto número de tipos polínicos encontrados nas amostras de méis, poucos foram intensamente explorados por essa espécie, encontradas nos espectros polínicos presentes no mel de *F. longipes* foram; *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); *Caesalpinia peltophoporoides*, *Delonix regia* (Fabaceae/Caesaepinioideae); *Mimosa guilhandinie* (Fabaceae/Mimosoideae); *Eugenia stiptata*, *Psidium guajava* (Myrtaceae) e *Cecropia* (Urticaceae).

Na comunidade de Anã *Frieseomelitta longipes* realizou uma coleta mais ampla e diversificada, apresentando um extenso nicho polínico, com padrão de coleta mais homogêneo comparado com a comunidade de Solimões. O presente estudo possibilitou a compreensão de uso de recursos por colônias dessa abelha eussocial, um dos primeiros passos na gestão e conservação das populações desta espécie.

Referências

- ABSY, M L; CAMARGO, J M F; KERR W E; MIRANDA I P A (1984) Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera, Apoidea), para coleta de pólen na região do médio Amazonas. *Revista Brasileira de Biologia* 44:227–237.
- 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 ŠRM, Roubik D, editors. Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology. 1st ed. Berlin (GER): *Springer International Publishing*; p. 29–46.
- AGOSTINI, K; SAZIMA M (2003) Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. *Bragantia*, 62: 335-343.
- ALEIXO, K P; FARIA L B; GARÓFALO C A; IMPERATRIZ-FONSECA V L; SILVA C I (2013) Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepeletier) (Hymenoptera: Apidae) in an urban landscape. *Sociobiology* 60: 266–276.
- BARTH, O M (2004) Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 61:3423–50.
- BAWA, K S (1983) Patterns of flowers in tropical plants. In *Jones, G E; Little, R J (Ed) Handbook of experimental and pollinating biology*. Van Nostrand Reinhold.; New York. pp. 394-410.
- BRASIL. Decreto S/N, 6 de novembro de 1998. Dispõe sobre a criação da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, nos Municípios de Santarém e Aveiro, no Estado do Pará, e dá outras providências, Brasília, 177º da Independência e 110º da República. Legislação Federal e marginalia.
- CARREIRA, L M M; SILVA, M F; LOPES, J R C; NASCIMENTO, L A S (1996) Catálogo de Pólen das Leguminosas da Amazônia Brasileira. *Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA*.
- CARVALHO, C A L; MORETI, A C C; MARCHINI, L C; ALVES, R M O; OLIVEIRA, P C F (2001) Pollen spectrum of “Urucu” bee (*Melipona scutellaris* Latreille 1811). *Revista Brasileira de Biologia* 61(1): 63-67.
- 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 (1952) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. *Almqvist & Wiksell*, Stockholm. 539 p
- FAUSTINO, C D; SILVA-MATOS, E V; MATEUS, S; ZUCCHI, R (2002) First record of emergency queen rearing in stingless bees (Hymenoptera, Apinae, Meliponini), *Insectes Soc.* 49, 111–113.
- FERREIRA, M G; ABSY, M L (2013) Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. *Acta botanica Brasilica* (4):709–713.

- 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.
- GODOY, R; LUBOWSKI, R; MARKANDAYA, A (1993) A method for the economic valuation of non-timber forest products. *Economic Botany* 47:220–233.
- GRÜTER, C; SEGERS, F H I D; MENEZES, C; VOLLET-NETO, A; FALCÓN, T; VON ZUBEN, L; BITONDI, M M G; NASCIMENTO, F S; ALMEIDA, E A B (2017) Repeated evolution of soldier sub-castes suggests parasitism drives social complexity in stingless bees. *Nature Communications* 8: 1-1.
- HILÁRIO, S D; IMPERATRIZ-FONSECA, V L; KLEINERT, (2001) A. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 61:91-196.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia (2018) Banco de Dados Meteorológicos para o ensino Pesquisa. (online) <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index> acessado em 20 de abril de 2018).
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE- ICMBio (2014) Plano de Manejo da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. *ICMBio*, Santarém
- FUNDO BRASILEIRO DA BIODIVERSIDADE – FUNBIO (2017) Almanaque da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, prazer em conhecer/ Fábio Pena (organização); Giuliana Henriques.-Santarém: CEAPS - Projeto Saúde e Alegria, 2015. Disponível em: <http://www.funbio.org.br/almanaque-da-reserva-extrativista-tapajos-arapiuns/>. Acesso em: 18 Abr. 2017.
- JONES, G D, BRYANT, V M, JR (1996) Melissopalynology. In Jansonius J; McGregor DC editors. *Palynology: principles and applications*. Dallas, Texas: *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*. 3: 933–938.
- JONES, G D, BRYANT, V M, JR (2004) The use of ETOH for dilution of honey. *Grana*, 43: 174-182.
- KISSER, J (1935) Bemerkungen zum Einschluss in glycerin gelatine. Berlim (BE): Zeitschrift fur Wissenschaftliche Mikroskopie und Mikroskopische Technik.
- KLEINERT-GIOVANNINI, A; IMPERATRIZ-FONSECA, V L (1987) Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lapeletier (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*. 18(1):69-100.
- KAJOBE, R C M (2005) Temporal resource partitioning and climatological influences on colony flight and foraging of stingless bees (Apidae; Meliponini) in Ugandan tropical forests. *African Journal of Ecology*, 43(3): 267-275.

- LOUVEAUX, J; MAURIZIO, A; VORWOHL, G (1970) Methods of mellissopalynology. *Bee World*, 51: 125-138.
- LOUVEAUX J, MAURIZIO A, VORWOHL G (1978) Methods of mellissopalynology. *Bee World* 59(4):139–157.
- MARQUES-SOUZA, A C (1993) Espécies de plantas visitadas para coleta de pólen por cinco tipos de meliponíneos da Amazônia. 114p. Master's Dissertation in Biological Sciences (Botany). Manaus, *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*.
- MARQUES-SOUZA, A C (1999) Características da coleta de pólen de alguns meliponíneos da Amazônia Central. 248p. Ph.D. Thesis in Biological Sciences (Botany). Manaus, *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*.
- MARQUES-SOUZA, A C; MIRANDA, I P A; MOURA, C O; RABELO, AFONSO; BARBOSA, E M (2002) Características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de Meliponíneos da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 32:(2) 217-229.
- MARQUES-SOUZA, A C (2010) Ocorrência do pólen de *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae) nas coletas de *Frieseomelitta varia* Lepeletier 1836 (Apidae: Meliponinae) em uma área de Manaus, AM, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24:558–566.
- MOAR, N T (1985) Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28: 39-70.
- NOVAIS, J S; ABSY, M L (2013) A Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Pará, Brazil. *Palynology* 37(2):218–230.
- OLIVEIRA, F F; RICHERS, B T T; SILVA J R; FARIAS R C; MATOS, T A L (2013) Guia Ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Tefé: *IDS*, 267 p
- OLIVEIRA, F P M; ABSY, M L; MIRANDA, I S (2009) Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus-Amazonas. *Acta Amazonica* 39(3):505–518.
- PIELOU, E C (1977) Mathematical ecology. New York (NY): *John Wiley & Sons*.
- PICK, R A; BLOCHTEIN, B (2002). Atividade de coleta e origem floral do pólen armazenado em colônias de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) no sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19: 289-300.
- PROJETO SAÚDE E ALEGRIA (2015). (organização); Fábio Pena Giuliana Henriques - Santarém: CEAPS - Almanaque da reserva extrativista Tapajós-Arapiuns: prazer em conhecer - ISBN: 978-85-68946-01-5. CEAPS - Projeto Saúde e Alegria
- RAMALHO, M; SILVA. M D; CARVALHO, C A L (2007) Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise

comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. — *Neotrop. Entomol.* 36: 38-45.

RECH, A R; ABSY, M L (2011) Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. *Grana* 50(2):150-161.

REIS, M S; MARIOT, A (1999) Diversidade natural e aspectos agronômicos de plantas medicinais. In SIMÕES, C M O et al. (Org.). *Farmagnosia: da planta ao medicamento*. Florianópolis/Porto Alegre, UFSC / UFRGS. pp. 39-60.

ROUBIK, D W; MORENO, J E (1991) Pollen and Spores of Barro Colorado Island. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 36: 1-300.

SALGADO-LABORIAU ML (1973) Contribuição à palinologia dos Cerrados, Rio de Janeiro, *Academia Brasileira de Ciências*, p. 291.

SHANNON, C E; WEAVER, W (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois (IL): *University of Illinois Press*.

SILVEIRA, F S; MELO, G A R; ALMEIDA, E A B (2002) *Abelhas brasileiras: sistemática e Identificação*. Belo Horizonte, p. 253.

SOUZA, R R; ABREU, V H R; NOVAIS, J S; PIMENTEL, A D A; NOGUEIRA, L L (2018) A meliponicultura em comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará. *Cadernos Agroecológicos* 13:1-7.

SOUZA, E C A; SILVA, E J G; CORDEIRO, H K C; LAGE FILHO, N M; SILVA, F MA; REIS, D L S; PORTO, C; PILAU, E J; COSTA, L A M A; SOUZA, A D L; MENEZES, C; FLACH, A (2018) Chemical compositions and antioxidant and antimicrobial activities of propolis produced by *Frieseomelitta longipes* and *Apis mellifera* bees. *Química Nova*. 4:485-491.

STAWIARZ, E; WROBLEWSKA, A (2010). Melissopalynological analysis of Multifloral honey from Sandomierska upland & Poland. *Journal of Apicultural Science* 54(1): 65-75.

TEIXEIRA, A F R; OLIVEIRA, F F; VIANA, B F (2007). Utilization of floral resources by bee of the genus *Frieseomelitta* von Ihering (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop. Entomol.*, 36:675-684.

4 CONCLUSÃO FINAL

Num primeiro momento, analisamos a produção sobre melissopalínologia no Brasil, com consultas às bases de dados WoS e SciELO, acrescidas de consultas na Plataforma Lattes ao currículo dos principais autores brasileiros na temática. Essa busca resultou em 132 publicações distribuídas nas cinco regiões brasileiras, com destaque para o Nordeste, com 49 publicações. Assim, evidenciamos nesse estudo lacunas no conhecimento melissopalínológico em algumas regiões do país, como no Centro-Oeste e no Sul. Com isso, sinalizamos tais áreas como prioritárias para o desenvolvimento de pesquisas dessa natureza no Brasil. As abelhas nativas são mais estudadas na região Norte do Brasil, enquanto que nas demais regiões predomina o estudo da abelha africanizada (*Apis mellifera*). Própolis, geoprópolis e geleia real são produtos ainda pouco estudados palinologicamente no país.

Além de analisarmos a produção científica relacionada à Melissopalínologia no Brasil, levantamos os tipos polínicos registrados nessas publicações, provendo um banco de dados melissopalínológico.

Num segundo momento, foram feitas as análises das amostras de méis estocados das espécies *Melipona seminigra pernigra* e *Melipona interrupta* em meliponários localizados nas comunidades de Suruacá e Vila Franca. Evidenciamos o mesmo padrão de coleta no espectro polínico dessas abelhas, apresentando também alta sobreposição de tipos polínicos no mel. A espécie *M. seminigra pernigra* apresentou maior riqueza de tipos polínicos, quando comparada com *M. interrupta*.

Entre as famílias botânicas mais representativas encontradas no estudo para as abelhas (*Melipona seminigra pernigra* e *Melipona interrupta*), destacamos: Anacardiaceae, Burseraceae, Melastomataceae, Fabaceae e Myrtaceae. A família Fabaceae contribuiu com o maior número de tipos polínicos em relação a riqueza, especialmente para a abelha *M. seminigra pernigra*, que é considerada a mais generalista das duas espécies, pois essa espécie possui um maior número de indivíduos na colônia quando comparada com *M. interrupta*.

No terceiro estudo, com *Frieseomelitta longipes* nas comunidades de Anã e Solimões, foram encontrados nas amostras de méis um alto número de tipos polínicos, porém, poucos tipos polínicos foram intensamente explorados por essa espécie, com

destaque para os tipos; *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); *Caesalpinia peltophoroides*, *Delonix regia* (Fabaceae/Caesalpinioideae); *Mimosa guilhandinie* (Fabaceae/Mimosoideae); *Eugenia stiptata*, *Psidium guajava* (Myrtaceae) e *Cecropia* (Urticaceae).

APÊNDICES

APÊNDICE A – Endereço eletrônico das revistas ao qual seguem as normas de formatação dos artigos

Capítulo I- *Palynology* - ISSN: 0191-6122

Disponível em: < www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01916122.2018.1542355 >

Acessado em: 30/08/2017

Fator de impacto (JCR 2017): 1,383

Capítulo II - *Arthropod-Plant Interactions* - ISSN: 1872-8855

Disponível em: < <http://www.springer.com>>.

Acessado em: 30/08/2018

Fator de impacto (JCR 2017): 1,441

Capítulo III- *Journal of Apicultural Research* - ISSN: 0021-8839

Disponível em: < <http://www.ibra.org.uk> >.

Acessado em: 30/08/2018

Fator de impacto (JCR 2017): 1,895

Observação: A formatação dos capítulos seguiu as instruções para autores apresentadas pelos periódicos listados e localizados pelos endereços acima. Os demais componentes da dissertação foram formatados seguindo as "Normas para Apresentação de Trabalhos de Conclusão" da UFOPA, edição de janeiro 2016.