



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS –
BOTÂNICA TROPICAL

RAYLANA RODRIGUES DA FONSECA

**TIPOS POLÍNICOS ENCONTRADOS EM AMOSTRAS DE MEL E PÓLEN DE
Scaptotrigona nigrohirta NOGUEIRA & SANTOS-SILVA, 2022 (HYMENOPTERA:
APIDAE: MELIPONINI) DE DUAS COMUNIDADES NA RESERVA
EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS, BRASIL**

BELÉM-PA

2022

RAYLANA RODRIGUES DA FONSECA

**Tipos polínicos encontrados em amostras de mel e pólen de *Scaptotrigona nigrohirta*
Nogueira & Santos-Silva, 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de duas
comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical, para a obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Ecologia, Manejo e Conservação.

Orientadora: Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel

Coorientadora: Dra. Vanessa Holanda Righetti de Abreu

BELÉM-PA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

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

- F676t Fonseca, Raylana Rodrigues da
Tipos polínicos encontrados em amostras de mel e pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil / Raylana Rodrigues da Fonseca. - 2022.
77 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Biológicas (CB), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022.
Orientador: Profa. Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel
Coorientador: Profa. Dra. Vanessa Holanda Righetti de Abreu.
1. Abelha canudo. 2. Amazônia. 3. Espectro polínico. 4. Meliponicultura . 5. Pará. I. Cajueiro Gurgel, Ely Simone. *orient.* II. Título
-

CDD 581

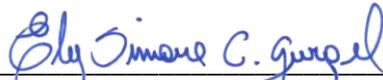
RAYLANA RODRIGUES DA FONSECA

**Tipos polínicos encontrados em amostras de mel e pólen de *Scaptotrigona nigrohirta*
Nogueira & Santos-Silva, 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de duas
comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Botânica Tropical. Área de Concentração Ecologia, Manejo e Conservação para obtenção do título de mestre.

Data da aprovação: 29/11/2022

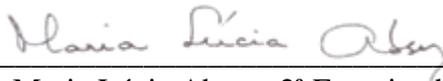
Banca examinadora:



Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel – Presidente – Orientadora
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG



Dr. Jafilson Santos de Novais – 1º Examinador
Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB



Dra. Maria Lúcia Absy – 2ª Examinadora
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA



Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos – 3º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

Dra. Ima Célia Guimarães Vieira – Suplente
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

DEDICATÓRIA

*Ao que tenho de mais sagrado:
o amor de meus pais, Marlene e Junilson
o companheirismo da minha irmã, Luciana
e os cuidados de Deus, Pai*

AGRADECIMENTOS

A realização desse trabalho foi uma ação conjunta de muitos que fazem parte da minha caminhada, a todos minha gratidão.

Gratidão à Deus, aos habitantes da floresta, ao calor Santareno, a tradicional chuva Belenense e à todas as maravilhas que descobri nessa temporada de ponte entre Belém, Santarém e Resex Tapajós-Arapiuns.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) pela estrutura e suporte institucional. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia (CNPq) pelo apoio financeiro, concedendo-me a bolsa nesse percurso.

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

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Botânica Tropical (PPGBOT) e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pelas disciplinas ofertadas que muito me auxiliaram no direcionamento do pensamento científico.

As minhas orientadoras Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel e a Dra. Vanessa Holanda Righetti de Abreu pela dedicação, confiança, incentivo e ensinamentos. Gratidão pela oportunidade de ser orientada por vocês.

À Coordenação de Pós-graduação em Botânica e a todos os servidores pelos serviços e tira dúvidas.

À minha família, que ~~em~~ tanto amo, em especial a minha mãe Marlene Fonseca (por acreditar em mim até o final), pelo amor, carinho, incentivo e suporte em todos os meus passos. Com vocês tudo é possível e mais leve. Minha eterna gratidão!

RESUMO

Neste estudo, objetivou-se identificar a origem botânica do mel e cargas de pólen coletadas por abelhas sem ferrão da espécie *Scaptotrigona nigrohirta* (Apidae: Meliponini), visto que as fontes florais utilizadas pelas abelhas na elaboração de seus produtos podem indicar os principais recursos alimentares para a dieta dessas abelhas. No **Capítulo I** foi realizada a identificação polínica nas amostras de mel de *S. nigrohirta* gerando o capítulo intitulado “**Tipos polínicos encontrados em amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil**”, no qual foram identificados 28 tipos polínicos distribuídos em 13 famílias botânicas. As amostras de mel da comunidade Carão apresentaram um maior número de tipos polínicos em comparação a Aldeia Solimões, indicando que *S. nigrohirta* pode ser considerada generalista no uso dos recursos alimentares em diferentes períodos do ano, havendo ocorrência de especialização temporária em Solimões, o que caracteriza a grande contribuição na dieta da abelha na região em diferentes momentos. No **Capítulo II**, foi realizado o estudo propriamente das cargas de pólen depositadas nos potes das abelhas sem ferrão de *S. nigrohirta*. Desta forma, o capítulo foi intitulado “**Tipos polínicos encontrados em amostras de pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil**” o qual pode-se identificar 25 tipos polínicos, 9 espécies, 16 gêneros e 15 famílias. *S. nigrohirta*, apresentou um espectro polínico razoavelmente restrito com cerca de três a dez tipos polínicos por amostra, as 15 famílias botânicas. Os tipos polínicos mais coletados *S. nigrohirta* são considerados aqui como espécies-chave para a manutenção dessas abelhas na composição do pasto da meliponicultura. Diante disso foi possível observar ambientes com alta similaridade de recursos, permitindo a criação das abelhas sem ferrão em ambas as comunidades, indicando que *S. nigrohirta* pode ser considerada mais generalista no uso dos recursos alimentares em diferentes períodos do ano.

Palavras-chaves: “Abelha canudo”. Amazônia. Espectro polínico. Meliponicultura. Pará.

ABSTRACT

This study aimed to identify the botanical origin of honey and pollen loads collected by stingless bees of the species *Scaptotrigona nigrohirta* (Apidae: Meliponini), since the floral sources used by bees in the preparation of their products may indicate the main food resources for the diet of these bees. In **Chapter I**, pollen identification was carried out in honey samples of *S. nigrohirta*, generating the chapter entitled **“Pollen types found in honey samples of *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from two communities in the Extractive Reserve Tapajós-Arapiuns, Brazil”**, in which 28 pollen types distributed in 13 botanical families were identified. Honey samples from the Carão showed a greater number of pollen types compared to Solimões, indicating that *S. nigrohirta* can be considered generalist in the use of food resources in different periods of the year, with the occurrence of temporary specialization in Solimões, which characterizes the great contribution to the bee diet in the region at different times. In **Chapter II**, the study of the pollen loads deposited in the pots of the stingless bees of *S. nigrohirta* was carried out. Thus, the chapter was entitled **“Pollen types found in pollen samples of *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from two communities in the Tapajós-Arapiuns Extractive Reserve, Brazil”** which can be identified 25 pollen types, 9 species, 16 genera and 15 families. *S. nigrohirta*, presented a fairly restricted pollen spectrum with about three to ten pollen types per sample, the 15 botanical families. The most collected pollen types *S. nigrohirta* are considered here as key species for the maintenance of these bees in the composition of the meliponiculture pasture. Therefore, it was possible to observe environments with high similarity of resources, allowing the creation of stingless bees in both communities, indicating that *S. nigrohirta* can be considered more generalist in the use of food resources in different periods of the year.

Keywords: “Canudo Bee”. Amazon. Pollen spectrum. Meliponiculture. Pará.

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2. REFERÊNCIAS	14
Tipos polínicos encontrados em amostras de mel de <i>Scaptotrigona nigrohirta</i> Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil	17
1. Introdução	20
2. Material e Métodos	20
2.1. Caracterização da área de estudo	20
2.2. Coleta de mel	21
2.3. Coleta de abelhas	22
2.4. Confecção das lâminas para análise dos grãos de pólen	22
2.5. Identificação dos tipos polínicos	22
2.6. Análise estatística dos dados	23
3 Resultados	23
3.1. Espectro polínico de méis da Comunidade Carão	27
3.2. Espectro polínico de méis da aldeia Solimões	28
3.3. Índices ecológicos	30
3.4. Dados climáticos	33
4. Discussão	34
5. Considerações finais	37
Agradecimentos	38
Declaração de divulgação	38
Referências	38
Tipos polínicos encontrados em amostras de pólen de <i>Scaptotrigona nigrohirta</i> Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil	42
Introdução	44
Material e Métodos	45
Resultados	47

Discussão	56
Conclusão	61
Agradecimentos	61
Referências	62
3. CONCLUSÕES GERAIS	68
ANEXO 1	69
ANEXO 2	69

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Meliponini são abelhas nativas sociais e possuem o ferrão atrofiado (vestigial), razão pela qual são popularmente conhecidas como abelhas sem ferrão ou simplesmente meliponíneos. Elas possuem hábito generalista, uma necessidade básica e padrão aceita entre as abelhas eussociais da família Apidae (ABSY et al. 2018; FERREIRA et al. 2010; FERREIRA & ABSY, 2017; OLIVEIRA et al. 2013).

A Amazônia possui uma diversificada fauna de abelhas sem ferrão, que durante a coleta de pólen e néctar, exercem o maior dos benefícios ecológicos, a polinização (RECH & ABSY, 2011; FRAZÃO, 2013; FERREIRA & ABSY, 2015, 2017). Estima-se que os meliponíneos sejam os principais responsáveis pela polinização de muitas espécies arbóreas nativas do Brasil (KERR, 1997).

A meliponicultura (criação de abelhas sem ferrão), termo introduzido por Nogueira-Neto (1997), é uma atividade antiga praticada por indivíduos de comunidades tradicionais e indígenas na Região Amazônica. De acordo com Rezende et al. (2018), a meliponicultura é uma atividade sustentável, que promove o aumento da renda familiar e a polinização, podendo ser vista como uma forma de atenuar o desmatamento e garantir a manutenção da flora. De acordo com Souza (2017; 2018) não é necessário o uso do fogo ou a remoção da vegetação para que a meliponicultura seja desenvolvida, pelo contrário, é necessário manter a floresta em pé para que haja recursos alimentares para as abelhas.

O mel produzido pelas abelhas sem ferrão é diferenciado pela consistência, cor, aroma e sabor, e pelo alto valor terapêutico, sendo bastante apreciado, mais do que o mel produzido pelas abelhas *Apis mellifera* L. (LIRA 2014). O pólen também conhecido como samburá, é um suplemento completo para a dieta humana, principalmente, entre adeptos da alimentação natural, pois é rico em proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais, já para as abelhas, é a base do desenvolvimento de todo o enxame (SILVEIRA, 1996; SCHAUSE 1998, BARTH & LUZ 1998; MARQUES-SOUZA et al., 2002).

As abelhas nativas sofrem com o avanço das ações antrópicas, como o uso incorreto de agroquímicos e a destruição de seu habitat, considerando que o uso dos recursos alimentares pelas abelhas (pólen e néctar) depende da sua disponibilidade no ambiente (NOVAIS & ABSY, 2013; FERREIRA & ABSY, 2015).

O conhecimento das espécies de plantas utilizadas por elas como fontes alimentares é importante para maximizar a utilização desses recursos e estabelecer o desenvolvimento de uma atividade sustentável, tendo os meliponicultores como agentes da conservação ambiental e,

consequentemente, assegurando a sua subsistência (ALVES et al. 2006; SODRÉ 2008; COSTA 2012).

Nesse caso, a palinologia tem sido uma ferramenta importante na compreensão da relação abelha-planta, através da análise da composição florística dos produtos meliponícolas ou apícolas. As análises qualitativas e quantitativas dos tipos polínicos são, portanto, instrumentos utilizáveis para a caracterização de sua procedência geográfica, bem como da origem florística, importantes para manutenção e permanência das colônias de abelhas em uma determinada região (NOVAIS et al. 2009; SILVA & PAZ, 2012).

Dessa forma, a flora visitada pode ser caracterizada de forma indireta por meio dos tipos polínicos encontrados nos méis e nos potes de pólen, pois, ao coletarem o néctar das flores, as abelhas carregam grãos de pólen no corpo involuntariamente (MORETI et al., 2002). Parte destes grãos acaba sendo misturado acidentalmente ao mel no momento da regurgitação do néctar nos potes, além de estocarem grãos de pólen em potes apenas para armazenamento, que são utilizados como fontes proteicas para as larvas (BARTH, 1989; SODRÉ et al., 2008).

Os potes são construídos pelas abelhas com cerume (substância composta por cera produzida pela própria abelha, e resina coletada das plantas) podendo apresentar tamanhos variados conforme a espécie de abelha, geralmente de formato oval, servindo para a estocagem de alimento (mel e pólen) separadamente (VENTURIERI 2003). O grão de pólen, portanto, constitui-se num importante indicador da origem botânica e geográfica do mel (BARTH, 1989).

Essa pesquisa foi idealizada a partir da necessidade de motivar o plantio de espécies úteis para as abelhas, com auxílio da melissopalínologia, junto aos meliponicultores da Aldeia Solimões e a comunidade Carão, na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (Santarém – Pará). A caracterização do mel por meio do espectro polínico vem sendo bastante difundida em várias partes do Brasil, até os dias atuais, dando destaque para a região Norte, a exemplo dos trabalhos de Rezende et al. 2018; 2020; 2021, Souza et al. 2017; 2018; 2020; 2021 e Pimentel et al. 2020; 2021, entre outros. Assim como a fim de promover a sustentabilidade e, consequentemente, garantir o aumento do potencial da flora e da pastagem meliponícola, para preservar as espécies de abelhas e de plantas que dependem dos serviços de polinização prestados por esses insetos nativos.

O objetivo geral do presente trabalho foi identificar a origem botânica, através dos tipos polínicos presentes em amostras de mel e potes de pólen coletados por *Scaptotrigona nigrohirta* da comunidade Carão e Aldeia Solimões, na Reserva Extrativista (RESEX) Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará.

Para tanto, a dissertação está dividida nos seguintes capítulos e objetivos específicos:

Capítulo I. Tipos polínicos encontrados em amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

Objetivos específicos:

- Identificar e quantificar os grãos de pólen presentes nos potes de mel e de pólen, para estimar as porcentagens e classes de frequência;
- Analisar comparativamente os espectros polínicos das espécies em estudo das duas comunidades da RESEX;
- Indicar as espécies de plantas para o produtor fazer um pasto meliponícola, preferencialmente de espécies nativas.

Capítulo II. Tipos polínicos encontrados em amostras de pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

Objetivos específicos:

- Conhecer a flora visitada por esta abelha através da análise dos tipos polínicos em duas comunidades da RESEX Tapajós-Arapiuns, Santarém, PA;
- Analisar comparativamente os espectros polínicos das espécies em estudo das duas comunidades da RESEX;
 - Identificar padrões de preferência no uso do recurso polínico das localidades analisadas;
 - Estimar as porcentagens e classes de frequência dos tipos polínicos;
 - Verificar a similaridade das dietas em função da identidade polínica detectada em suas coletas;

2. REFERÊNCIAS

- Absy ML, Ferreira MG, Marques-Souza AC. 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, 2013.
- Absy M, Rech AR, Ferreira MG. Pollen Collected By Stingless Bees: A Contribution To Understanding Amazonian Biodiversity. *In*: Vit P, Pedro, S. R. M; Roubik, D. Editors. Pot-Pollen In Stingless Bee Melittology. 1st Ed. Berlim (GER): **Springer International Publishing**, 2018, P. 29-46.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2020; 2021). Banco de dados meteorológicos para o ensino pesquisa. [http:// www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index) (acesso: mar de 2021).
- Kerr WE. A importância da meliponicultura para o país. **Biotecnologia, ciência e desenvolvimento**, v. 1, n. 3, p. 42-44, 1997.
- Lira AF, Mello Sousa JPL., Lorenzon, MCA., Vianna, CAFJ, Castro RN. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos de diferentes regiões. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.
- Alves RMO, Carvalho CAL, Souza BDA. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apiade). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, Maringá, v. 28, n. 1, p. 65-70, 2006.
- Barbiéri C, Franco TM. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 23, p. 1-19, 2020.
- Barth OM. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxor, 1989, p. 150.
- Costa TV, Farias CAG, Brandão CS. Meliponicultura em comunidades tradicionais do Amazonas. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 7, n. 3, p. 106-115, 2012.
- Ferreira MG, Absy ML. Pollen analysis of honeys of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. **Grana**, v. 56, n. 6, p. 1-14, 2017.

- Ferreira MG, Absy ML. Pollen niche and trophic interactions between colonies of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Apidae: Meliponini) reared in floodplains in the Central Amazon. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 9, p. 263-279, 2015.
- Frazão RF. **Abelhas nativas da Amazônia e populações tradicionais**: Manual de Meliponicultura. 1. Ed. Belém: Programa Casa da Virada. Instituto Peabiru, 2013. 27 p.
- Marques-Souza AC, Miranda IPA, Moura CO, Rabelo A, Barbosa EM. Características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de Meliponíneos da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 2, p. 217- 229, 2002.
- Moreti ACCC. Marchini LC, Souza VC, Rodrigues RR. Atlas do pólen de plantas apícolas. Rio de Janeiro: **Papel Virtual**, 2002, p. 89.
- Nogueira-Neto P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo, SP. Editora Nogueirapis, 1997.
- Novais JS, Absy ML. A Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Pará, Brazil. *Palynology*, v. 37, n. 2, p. 218-230, 2013.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. **Grana**, v. 48, n. 3, p. 224-234, 2009.
- Oliveira APM Venturieri GC, Contrera FA. L. Body size variation abundance and control techniques of *Pseudohyocera kerteszi*, a plague of stingless bee keeping. **Bulletin of Insectology**. v. 66, n. 2, p. 203-208, 2013.
- Rech AR, Absy, M. L. Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. **Grana**, v. 50, n. 2, p.150-161, 2011.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG, Marinho HA, Santos A. 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**, p. 1-14, 2018. DOI 10.1080/01916122.2018.1458664.

Schause LP. Aspectos práticos da produção de veneno, pólen e cera-controle de qualidade do pólen. *In: Congresso Brasileiro de Apicultura*, v. 12. Salvador. **Anais** [...] Salvador, Confederação Brasileira de Apicultura, p. 119-122, 1998.

Silva WP, Paz JRL. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza online**, v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012.

Sodré GS. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de em Picos, Estado do Piauí. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 839-842, 2008.

Venturieri GC, Raiol VFO, Pereira CAB. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança-PA. Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2003.

Tipos polínicos encontrados em amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

Artigo 1

A ser enviado ao periódico *Palynology*

(Normas para submissão no anexo 1)

Tipos polínicos encontrados em amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

Raylana Rodrigues da Fonseca^a, Vanessa Holanda Righetti de Abreu^b & Ely Simone Cajueiro Gurgel^c

^a*Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Botânica Tropical, Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazônia, Santarém, PA, Brasil*

^b*Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, Brazil*

^aUFRA/MPEG, Campus de Pesquisa, Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme, Belém - PA, 66077-830, Belém, PA, Brasil. raylanafonseca@gmail.com

RAYLANA RODRIGUES DA FONSECA possui bacharelado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Oeste do Pará. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Botânica Tropical pelo Museu Paraense Emílio Goeldi/UFRA. Tem interesses de pesquisa focado principalmente em biodiversidade, abelhas sem ferrão, meliponicultura e melissopalínologia.

VANESSA HOLANDA R. DE ABREU possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Castelo Branco, mestrado em Botânica pelo Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro e doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. É professora titular da Universidade Federal do Oeste do Pará. Tem experiência na área de botânica, com ênfase em palinologia, palinotaxonomia e taxonomia de Asteraceae.

ELY SIMONE CAJEIRO GURGEL possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, mestrado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Amazonas e doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Atualmente é professora permanente e coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Botânica Tropical (MPEG/UFRA) e pesquisadora no Museu Paraense Emílio Goeldi. Tem experiência em Botânica, com ênfase em Biotecnologia e morfologia de propágulos e mudas de espécies florestais da Amazônia.

Tipos polínicos encontrados em amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

O presente estudo teve como objetivo a caracterização palinológica das amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022, a fim de fornecer informações para o aumento da atividade meliponícola em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (Carão e Solimões), Brasil. A análise realizada seguiu a metodologia padrão que envolve o uso do processo de acetólise, com algumas adaptações. A identificação dos tipos polínicos foi realizada através da contagem de no mínimo 500 grãos de pólen por amostra. A partir dos resultados encontrados os tipos polínicos foram agrupados em quatro classes de frequência relativa (CFR): pólen dominante (> 45%), pólen acessório (15 a 44%), pólen isolado importante (3 a 14%) e pólen isolado ocasional (< 3%). E analisados estatisticamente através dos Índices ecológicos de Shannon e Índice de Pielou. Foram identificados no total 28 tipos polínicos distribuídos em 13 famílias botânicas, desse total 13 tipos polínicos foram compartilhados entre as espécies de abelhas das comunidades do estudo, com repetição na coleta em todos os meses. As famílias Euphorbiaceae, Araliaceae, Malvaceae, Myrtaceae e Salicaceae se destacaram por contribuírem de forma importante e sequencial na alimentação dos meliponíneos do estudo. O nicho polínico das comunidades variava conforme a presença de espécies florais mais abundantes na área. As famílias Anacardiaceae e Fabaceae foram as mais representativas para as comunidades, promovendo evento de especialização temporária e contribuindo na alimentação das *S. nigrohirta*, consideradas mais generalistas. Além disso, os tipos polínicos *Astronium*, *Anadenanthera peregrina*, *Casearia*, *Didymopanax* tipo 1, *Eugenia*, *Euphorbia*, *Myrcia*, *Schinus terebinthifolia* e *Vismia* desenvolveram um importante papel na manutenção dos recursos alimentares para as colônias de abelhas.

Palavras-chaves: pólen; mel; abelhas; recurso floral; Amazonia.

1. Introdução

A melissopalínologia, um dos ramos da palinologia aplicada, consiste em seu sentido estrito na análise morfológica dos grãos de pólen no mel (Barth 2004). De acordo com Barbiéri & Franco (2020) a área de estudo está sendo impulsionada por uma necessidade de certificação comercial dos produtos das abelhas nativas sem ferrão nos estados, com isso gerando um crescente interesse de pesquisadores em desenvolver estudos na área, compreendendo a análise palinológica do mel, pólen ou própolis das abelhas nativas sem ferrão. Uma das formas de conhecer a flora utilizada pelas abelhas em uma determinada região é através da análise melissopalínológica dos produtos da abelha, principalmente o mel (Moar 1985).

Esse método está baseado na identificação de grãos de pólen com afinidade às espécies vegetais que as abelhas utilizaram como fonte de recursos, inclusive fornecendo informações sobre a proporção de participação das espécies através da contagem desses grãos (Freitas & Guimarães-Brasil 2018). No trabalho de Souza et al. (2018) pode-se ver que no Brasil as listas da flora meliponícola ainda são poucas, principalmente no que diz respeito às abelhas nativas sem ferrão, o que dificulta estudos em diversas áreas.

A identificação do pólen presente nas amostras de mel torna possível a determinação da origem botânica e geográfica desse produto (Barth et al. 2020), além de determinar o período de floração das plantas e marcar sua importância como fornecedoras de néctar para as abelhas (Jones & Bryant Jr 2004; Souza et al 2020). De acordo com Marques-Souza (1996) a Amazônia não possui estações bem definidas, sendo marcada por dois períodos, estação chuvosa e estação seca, no período seco a oferta de recursos polínicos é maior, e a estação chuvosa é marcada pelo período de maior oferta de néctar, influenciando diretamente na mudança de comportamento das abelhas, fatos que redobram a importância da obtenção de mais dados sobre os hábitos alimentares das abelhas sem ferrão na região.

O presente trabalho tem como objetivo principal identificar os tipos polínicos para a produção do mel de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 (conhecida como “abelha canudo”) em duas comunidades da RESEX Tapajós-Arapiuns no município de Santarém, assim como realizar um estudo comparativo da frequência dos grãos de pólen no mel.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em três meliponários de duas comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, no município de Santarém, estado do Pará, Brasil. Na comunidade Carão e na Aldeia Solimões. A distância entre as comunidades é em torno de 9 km e entre os meliponários do Carão é de 1 km (Figura 1).

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET 2021), o clima da região é o equatorial continental e úmido da Amazônia Central, pois apresenta calor elevado com temperaturas médias anuais entre 26 °C e 30 °C, com umidade alta, com valores médios anuais entre 85% a 90% e pluviosidade ao longo do ano variando entre 2.000 mm e 2.800 mm, a estação chuvosa em termos médios dura em torno de 7 a 9 meses, estendendo-se de novembro a julho, os meses mais chuvosos perfazem de fevereiro a abril.

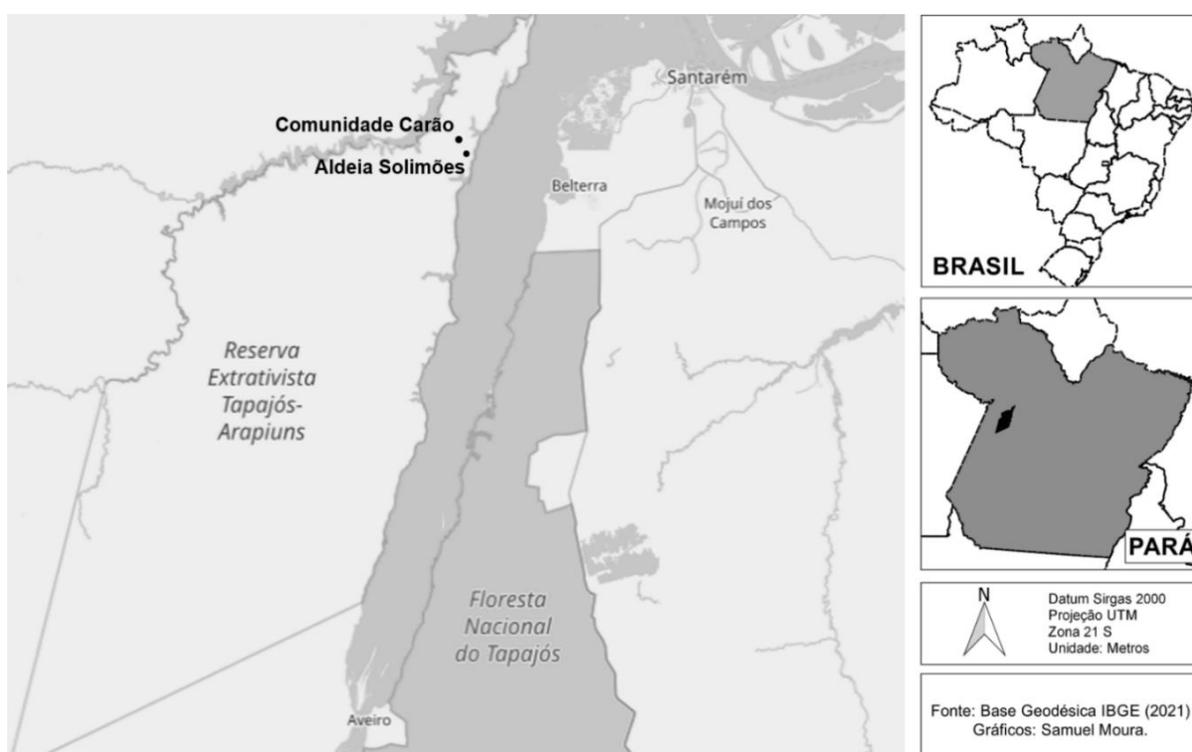


Figura 1. Localização da comunidade Carão e Aldeia Solimões – RESEX Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.

2.2. Coleta de mel

A amostragem foi realizada mensalmente de setembro de 2020 a abril de 2021, em cada meliponário, totalizando 24 amostras em 8 meses. Para a coleta do mel foram utilizadas pipetas Pasteur e eppendorfs, sendo coletados cerca de 10 ml de mel obtendo-se as amostras sempre das mesmas caixas de abelha a cada mês, podendo ser coletado conteúdo de mais de um pote

que estivessem próximos, após a coleta o mel seria homogeneizado para se ter a quantidade amostral ideal.

As amostras foram mantidas em refrigerador a uma temperatura de cerca de 10 °C até o início do processamento.

2.3. Coleta de abelhas

Para identificação das abelhas, foram coletados 30 indivíduos dos meliponários de cada comunidade. As mesmas foram coletadas com câmara mortífera, passaram por um processo de acondicionamento, foram montadas e etiquetadas, seguindo os padrões entomológicos e enviadas para o laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), para identificação e montagem do acervo de abelhas pela professora Dra. Favízia Freitas de Oliveira, especialista da área.

2.4. Confeção das lâminas para análise dos grãos de pólen

Para a diluição do mel foi utilizada a metodologia recomendada por Jones e Bryant Jr (2004) e Novais, Absy & Santos (2013) utilizando etanol a 95% (ETOH). Posteriormente, cada amostra foi submetida ao processo de acetólise de acordo com o método de Erdtman (1952). Após o processo de acetólise, foram preparadas, no mínimo, três lâminas de cada amostra utilizando gelatina glicerinada de Kisser (Kisser 1935 *apud* Salgado-Laboriau 1973), seladas com parafina para análise microscópica.

2.5. Identificação dos tipos polínicos

A identificação dos tipos polínicos ocorreu com base na literatura especializada nesta área, em estudos recentes de morfologia polínica, sendo identificados todos os tipos polínicos nas categorias de família, gênero e/ou espécie. Para essa caracterização taxonômica está sendo utilizado o conceito de "tipo polínico" proposto por Joosten & Klerk (2002) e Klerk e Joosten (2007).

Para a identificação e contagem dos grãos de pólen a metodologia utilizada foi de Louveaux (1978). Com o auxílio de um microscópio óptico com objetiva de 40x, foi realizada a identificação e contagem (mínimo de 500 grãos/amostra) de todos os tipos polínicos diferentes e estes foram fotomicrografados em objetiva de 100x (imersão) em microscópio trinocular Zeiss modelo *Primo Star*, acoplado a um computador com software de imagem Zeiss *lite blue edition* 2012.

Os tipos polínicos foram agrupados em quatro classes de frequência, de acordo com Louveaux (1978): pólen dominante (PD>45%), pólen acessório (PA15% a 44%), pólen isolado importante (PIi3% a 14%) e pólen isolado ocasional (PIo<3%). Para definir as escalas, cinco grãos de pólen de cada espécie foram mensurados com auxílio de microscópio óptico com régua micrométrica acoplada à ocular.

Os resultados, para uma melhor visualização, serão expostos em tabelas e gráficos confeccionados no Excel 2010®. A elaboração dos palinogramas se dará a partir do programa Corel DRAWX7® ou Corel DRAW12®. E as imagens obtidas por microscópio sob aumento de 100x (imersão), utilizando câmera fotográfica digital.

2.6. Análise estatística dos dados

Para análise quantitativa do pólen nas amostras, foram utilizado o Índice de diversidade de Shannon-Weaver (1949) (H'), que se baseia na proporção de tipos polínicos encontrados nas amostras mensais, onde H' é o índice de diversidade, (pi) é a proporção de cada tipo polínico encontrado na amostra, e (ln) é o logaritmo natural. Usando a seguinte equação:

$$H' = \sum (pi \cdot \ln pi)$$

O índice J de Pielou (1977) foi usado para avaliar a uniformidade das amostras entre as duas comunidades, onde H é o índice de diversidade e H'max é o logaritmo natural para o número total de tipos polínicos presentes nas amostras. Usando a seguinte equação:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Esses dados foram gerados, a partir do programa Excel 2010®. Os dados climáticos para uma melhor apresentação com gráficos, também se utilizou do mesmo programa.

3. Resultados

No total foram identificados 28 tipos polínicos distribuídos em 13 famílias botânicas, tendo apenas um tipo não determinado e com baixa representatividade ocorrendo em uma amostra. As amostras de mel da comunidade Carão apresentaram um maior número de tipos polínicos (=24) quando comparada as amostras da Aldeia Solimões (=17) (Tabela 1).

As famílias botânicas mais notadas no espectro polínico foram Anacardiaceae e Fabaceae com uma representatividade de 4 e 6 tipos polínicos, respectivamente. Outras famílias também tiveram suas contribuições para a dieta alimentar de *Scaptotrigona nigrohirta*, mesmo que apresentando uma menor quantidade de tipos polínicos como Euphorbiaceae (3), Araliaceae

(2), Malvaceae (2), Myrtaceae (2) e Salicaceae (2), as famílias restantes tiveram um tipo polínico cada (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagens de tipos polínicos identificados em amostras de méis de *Scaptotrigona nigrohirta* entre setembro de 2020 a abril de 2021 na comunidade Carão e Aldeia Solimões, Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.

Famílias/tipos polínicos	Carão								Solimões							
	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21
Anacardiaceae																
<i>Astronium</i>		13,71	42,95	29,45	7,19	0,72	47,03		51,10	95,32	70,53	76,01		7,25	53,86	
<i>Schinus terebinthifolia</i>					5,14							5,72	82,82	73,36	15,79	
<i>Spondias mombin</i>		0,31	2,05						0,69		0,17					
<i>Tapirira guianensis</i>	1,74	38,63							6,63							
Araliaceae																
<i>Didymopanax</i> tipo 1	52,62	3,43		1,48	9,25	0,36		21,07	27,62	0,17	0,34	15,50	11,04		0,35	
<i>Didymopanax</i> tipo 2							11,33									
Burseraceae																
<i>Protium</i>			2,16	0,11				3,28	0,69							
Euphorbiaceae																
<i>Alchornea</i>	19,67		1,14		11,99					0,52				2,19		
<i>Euphorbia</i>			14,66	17,27	7,53	77,58	20,96	43,18			0,34					2,60
<i>Ricinus communis</i>	0,39															
Fabaceae																
<i>Anadenanthera peregrina</i>			3,30	49,36	3,08	0,72			1,24		4,09	0,92	3,99	7,42	5,61	38,66
<i>Copaifera martii</i>							7,93	28,50								
<i>Hymenaea</i>		0,31														
<i>Machaerium</i>		0,31														
<i>Mora</i>										0,35						
<i>Stryphnodendron</i>		0,31														
Loranthaceae																
<i>Struthanthus syringifolius</i>													0,61	7,76		11,71
Hypericaceae																
<i>Vismia</i>	9,59	40,50	2,50		48,97	20,25	9,07	1,90								

Tabela 1. Continua

Malvaceae																
<i>Hibiscus</i>	0,10															
<i>Pseudobombax</i>	0,10						2,07									
Melastomataceae																
<i>Miconia</i>			0,80						11,19	0,52						
Myrtaceae																
<i>Eugenia</i>	6,20		0,23	0,11	1,37							1,85	1,53		21,23	
<i>Myrcia</i>	0,58		28,98		1,37				0,83	1,55	2,04					19,14
Polygonaceae																
<i>Triplaris weigeltiana</i>						0,36										
Salicaceae																
<i>Casearia arborea</i>			1,25	2,22	4,11		3,68									
<i>Casearia</i>	9,01	2,49								1,55	22,49			0,34	3,16	5,20
Indet.																
Tipo 1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,8
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total de tipos	10	9	11	7	10	6	8	7	8	7	7	5	5	7	6	7
H'	1,407	1,285	1,528	1,173	1,717	0,632	1,469	1,316	1,286	0,260	0,842	0,778	0,623	0,981	1,244	1,520
J'	0,611	0,585	0,637	0,603	0,746	0,353	0,820	0,818	0,619	0,133	0,433	0,483	0,387	0,504	0,694	0,849

Fonte: A autora (2022).

3.1. Espectro polínico de méis da Comunidade Carão

Entre os tipos polínicos classificados como pólen dominante para a comunidade Carão, destacam-se *Astronium*, *Anadenanthera peregrina*, *Didymopanax* tipo 1, *Euphorbia* e *Vismia* (Figura 4). Os tipos polínicos classificados como pólen acessório (15% a 44%) foram *Astronium*, *Alchornea*, *Copaifera martii*, *Euphorbia*, *Myrcia*, *Tapirira guianensis* e *Vismia* (Figura 2, Figura 4).

Outros tipos polínicos foram classificados como pólen isolado importante (3% a 14%), no total 12 foram identificados nessa classificação.

Alguns tipos polínicos tiveram frequência abaixo de 3% nas amostras mensais, sendo classificados como pólen isolado ocasional, os mais representativos foram *Alchornea*, *Eugenia*, *Didymopanax*, *Protium*, *Casearia arborea*, *Spondias mombin* e *Vismia*. Outros tipos polínicos, com a mesma classificação, ocorreram exclusivamente para esta comunidade (Tabela 1, Figura 2).

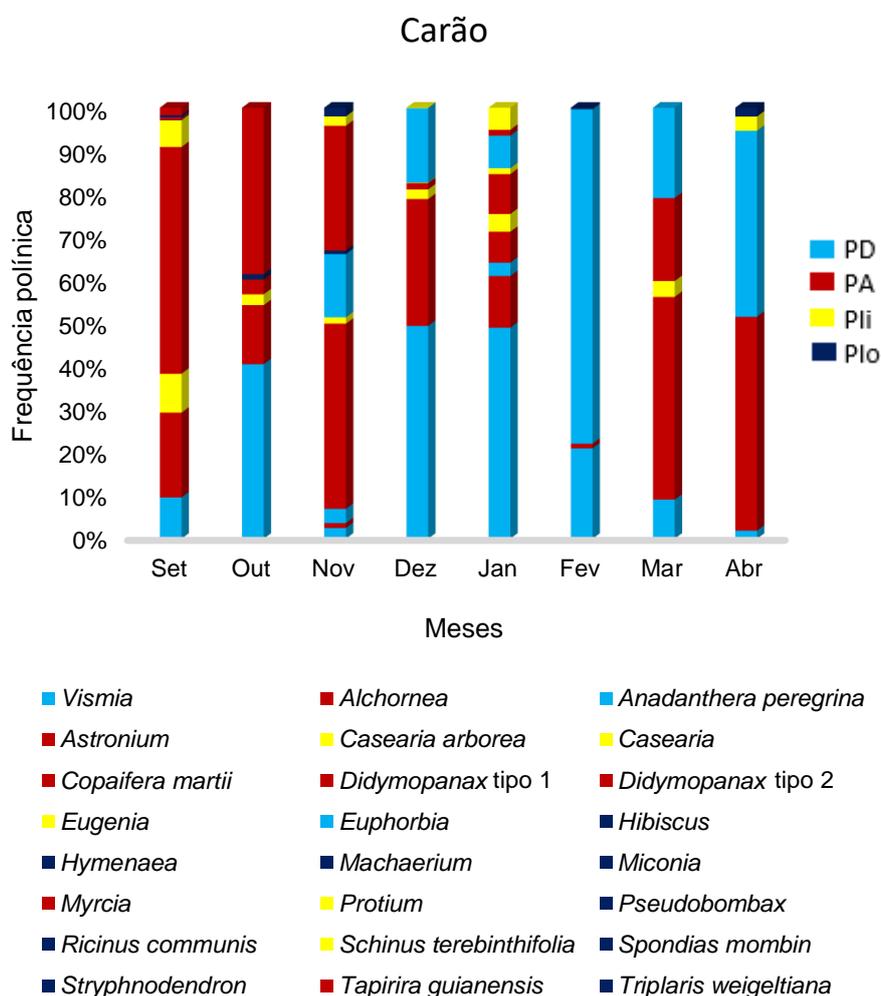


Figura 2. Frequência dos tipos polínicos presentes nas amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* da comunidade Carão, RESEX Tapajós-Arapiuns (Santarém, Pará, Brasil) de Setembro/20 a Abril/21. Fonte: A autora (2022).

3.2. Espectro polínico de méis da aldeia Solimões

Para a Aldeia Solimões os tipos polínicos classificados como pólen dominante destacaram-se dois, esses foram *Astronium* e *Schinus terebinthifolia* (Figura 4). Os tipos polínicos classificados como pólen acessório, no total foram seis, sendo esses *Anadenanthera peregrina*, *Casearia*, *Didymopanax tipo 1*, *Eugenia*, *Myrcia* e *Schinus terebinthifolia* (Figura 3, Figura 4).

No total oito tipos polínicos foram classificados como pólen isolado importante. Outros tipos foram classificados como pólen isolado ocasional. Os quais podemos observar mais a frente, sendo que dois tipos polínicos tiveram ocorrência exclusivamente nas amostras de Solimões, com a mesma classificação (Figura 3).

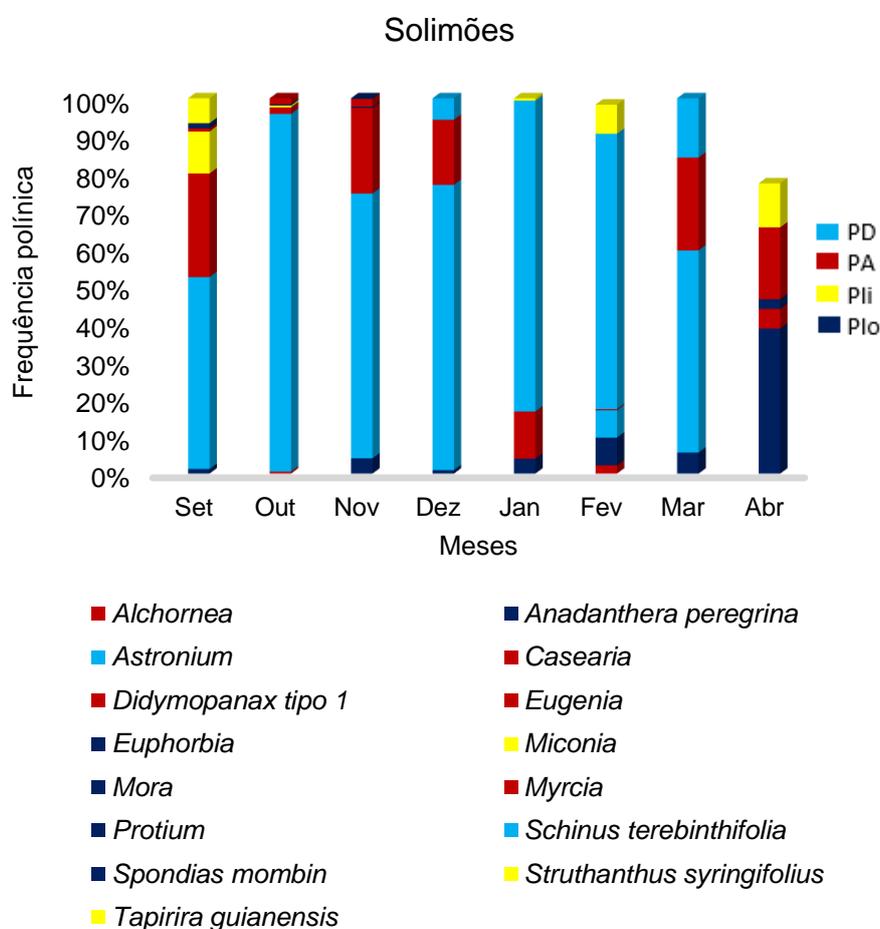


Figura 3. Frequência dos tipos polínicos presentes nas amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* da aldeia Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns (Santarém, Pará, Brasil) de Setembro/20 a Abril/21. (PD: pólen dominante; PA: pólen acessório, Pii: pólen isolado importante e Pio: pólen isolado ocasional). Fonte: A autora (2022).

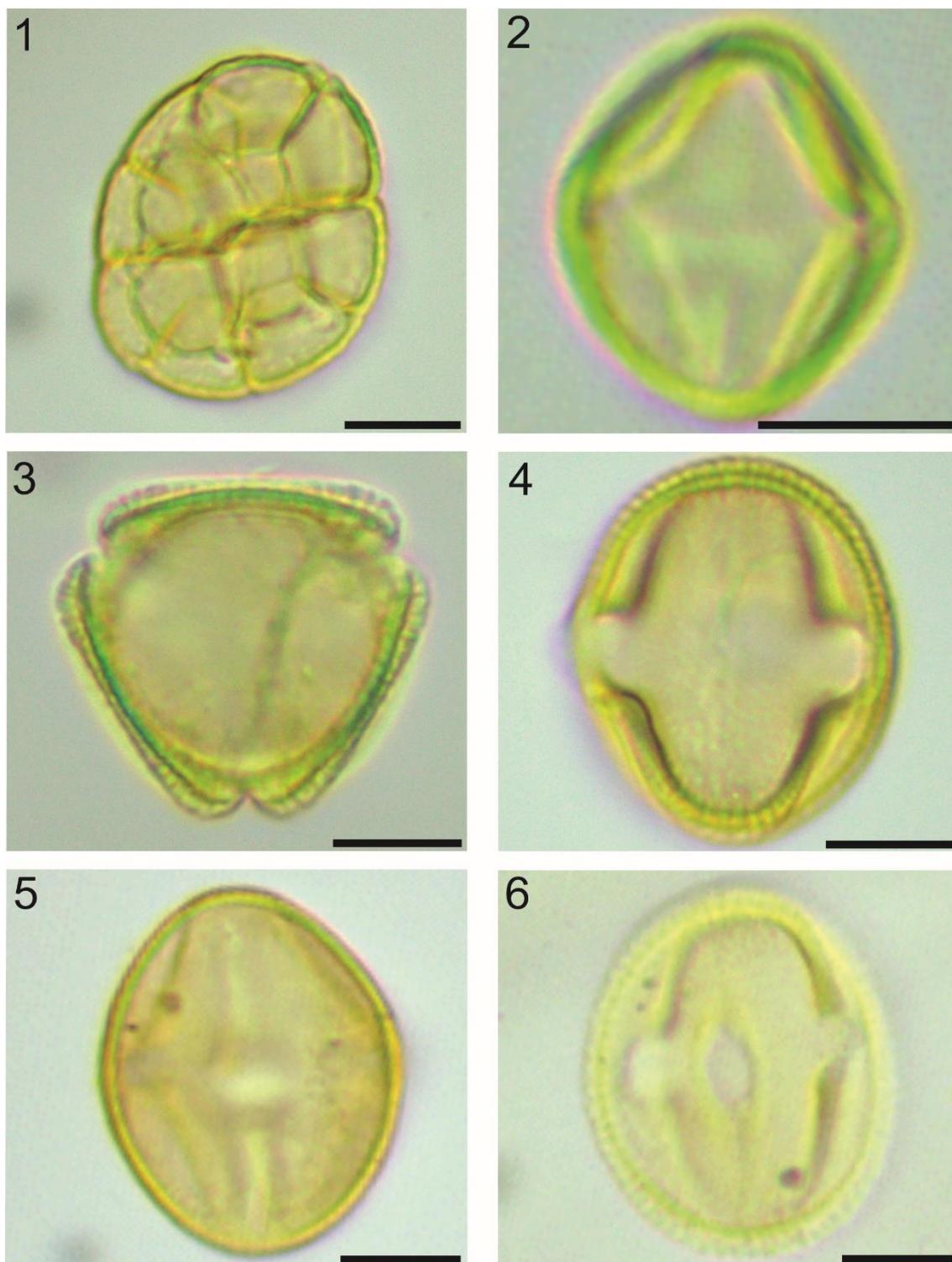


Figura 4. Os tipos polínicos que tiveram frequência >45% nas amostras mensais foram: 1: *Anadenanthera peregrina*; 2: *Astronium*; 3: *Didymopanax* tipo 1; 4: *Euphorbia*; 5: *Schinus terebinthifolia*; 6: *Vismia*. Escalas de 10 μm

3.3. Índices ecológicos

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') por amostra mensal para *Scaptotrigona nigrohirta* variou entre 0.632 a 1.717 na comunidade Carão e entre 0.259 a 1.520 na Aldeia Solimões. Os maiores valores de amplitude de nicho para *Scaptotrigona nigrohirta* na comunidade Carão foram obtidos em novembro/20 ($H'=1,528$) e janeiro/21 ($H'=1,717$) e o menor valor ocorreu em fevereiro/21 ($H'=0,632$). Para a Aldeia Solimões, os maiores valores foram obtidos em setembro/20 ($H'=1.286$) e abril/21 ($H'=1.520$) e o menor valor em outubro/20 ($H'=0.260$).

Para os valores do índice J de Pielou (J'), foram encontrados em março/21 ($J'=0.820$) e abril/21 ($J'=0.818$) as mais altas uniformidades das amostras, enquanto que os menores valores ocorreram em outubro/20 ($J'=0.585$) e fevereiro/21 ($J'=0.353$), para a comunidade Carão.

Enquanto na Aldeia Solimões, os maiores valores de uniformidade ocorreram em março/21 ($J'=0.694$) e abril/21 ($J'=0.849$) e os menores valores obtidos ocorreram em outubro/20 ($J'=0.133$) e em janeiro/21 ($J'=0.387$) (Figura 5).

O nicho polínico da comunidade Carão apresentou uma maior diversidade com relação a Aldeia Solimões ao longo do período amostrado. Para o índice de uniformidade, a abelha *Scaptotrigona nigrohirta*, criada na comunidade Carão, ampliou seu nicho polínico gradativamente ao longo dos meses, ocorrendo de forma semelhante para a Aldeia Solimões. Os resultados obtidos no uso dos recursos por *Scaptotrigona nigrohirta* revelaram uma espécie generalista, pois dos 28 tipos polínicos identificados nas amostras de méis das duas comunidades, 13 foram compartilhados para a mesma espécie de abelha em ambas as comunidades (Figura 6).

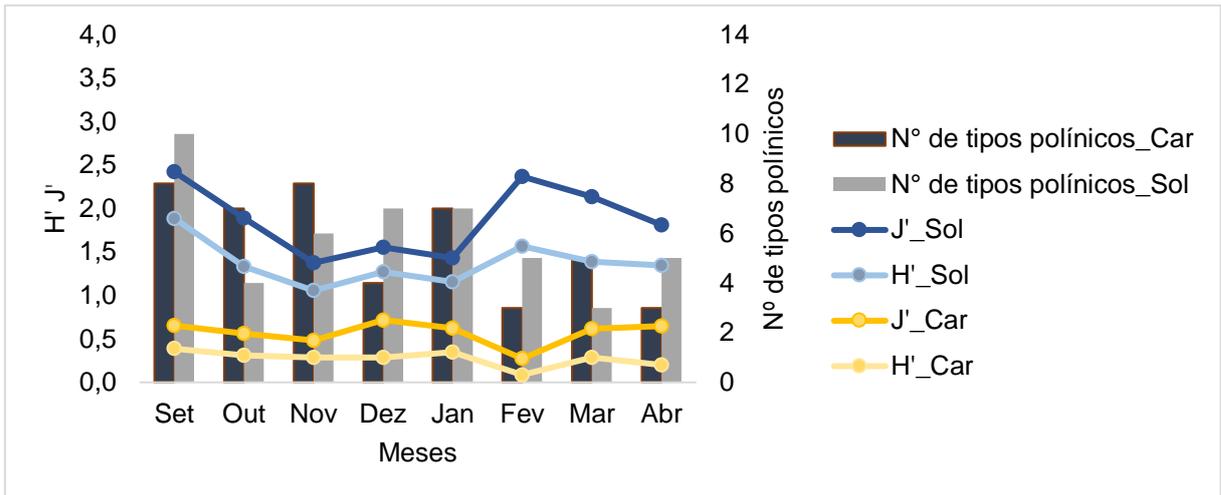


Figura 5. Registro de diversidade H' e uniformidade J' dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel de *Scaptotrigona nigrohirta* na comunidade Carão e Aldeia Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns (Santarém, Pará, Brasil), entre setembro/20 a abril/21 (Car: Carão; Sol: Solimões). Fonte: A autora (2022)

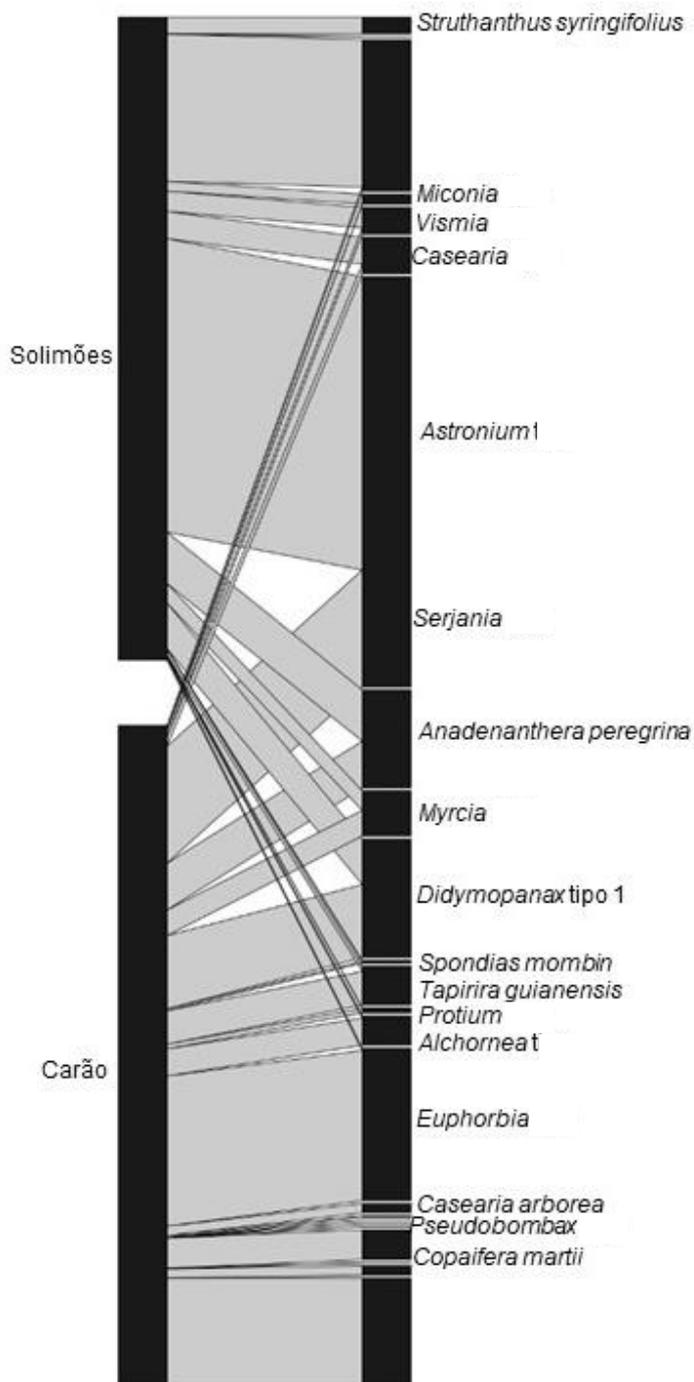


Figura 6. Grafo (bipartido) mostrando a proporção das interações tróficas entre as colônias de abelhas das duas comunidades da RESEX (Carão e Aldeia Solimões), e os principais tipos polínicos presentes nas amostras de mel compartilhadas entre os meliponários no período de setembro/20 a abril/21. Fonte: A autora (2022).

3.4. Dados climáticos

Durante o período amostrado foram obtidos os registros das variáveis ambientais referente a precipitação e temperatura da região em estudo, os valores registrados atingiram máximas e mínimas para cada variável. As chuvas na região se tornaram intensas a partir do mês de fevereiro (253 mm), com pico nos meses de março (447 mm) e abril (249 mm). E os menores valores registrados ocorreram nos meses de setembro a outubro (0 - 50 mm) (INMET 2020; 2021).

Os períodos de alta frequência dos tipos polínicos apresentaram resultados positivos a variável precipitação para as abelhas da aldeia Solimões durante o período estudado, ou seja, mesmo em períodos chuvosos as abelhas mantiveram suas coletas alimentares, não diferindo da comunidade Carão, onde os tipos polínicos mais frequentes ocorreram no pico da chuva na região (janeiro a abril). Para os meses amostrados com altas temperaturas (setembro 33,8 °C e outubro 34,5 °C) também se observou a presença de tipos polínicos com alta frequência, esse período marca floradas específicas na região, onde cessam-se as chuvas e começam novas floradas, sendo novembro/20 o mês que apresentou o maior número de tipos polínicos (=11).

4. Discussão

No presente estudo os tipos polínicos *Astronium*, *Schinus terebinthifolia* (Anacardiaceae), *Didymopanax* tipo 1 (Araliaceae), *Euphorbia* (Euphorbiaceae), *Anadenanthera peregrina* (Fabaceae) e *Vismia* (Hypericaceae) foram mais atrativos para a dieta de *Scaptotrigona nigrohirta*, além desses tipos polínicos serem muito frequentes no conjunto amostral, apresentaram também porcentagem acima de 50% em pelo menos uma das amostras analisadas.

Embora as diferentes comunidades estejam separadas por uma distância de mais de 9 km, apresentaram alta similaridade de tipos polínicos e, embora o espectro do mel de *Scaptotrigona nigrohirta* tenha apresentado um determinado número de tipos polínicos compartilhados (=13) entre as comunidades, apenas seis tipos foram amplamente explorados por *Scaptotrigona nigrohirta*, que intensificaram as coletas de alguns recursos.

Na Aldeia Solimões são manejadas no mesmo meliponário outras espécies de abelhas juntamente com *Scaptotrigona nigrohirta*, fato que tais espécies podem estar dividindo os recursos alimentares no entorno da área, diferentemente da comunidade Carão, onde o manejo ocorre apenas com uma espécie de abelha, em ambos os meliponários, implicando possivelmente na amplitude do nicho trófico para a mesma espécie.

Tais achados corroboram com as observações de Rezende et al. (2018) para *Scaptotrigona* sp. em comunidades indígenas na Amazônia, pois em uma amostragem anual de 92 tipos polínicos identificados, apenas três tipos polínicos foram fortemente explorados por essas abelhas, sendo *Tapirira guianensis* o tipo mais utilizado nas comunidades.

O tipo *Astronium* foi o mais observado nas amostras de méis de *Scaptotrigona nigrohirta* para as duas comunidades, com destaque para a Aldeia Solimões no mês de outubro, com um percentual superior a 95% e apresentando dominância em cinco dos oito meses analisados, esse tipo polínico também ocorre como pólen acessório em outras amostras. Barth (1989), em seu trabalho também identificou *Astronium* tipo como o mais representativo da família Anacardiaceae, constituindo uma importante fonte de recurso trófico para esses meliponíneos nas regiões neotropicais, o mesmo ocorre para os demais referidos tipos polínicos que foram igualmente verificados em outros trabalhos de espectros polínicos de produtos meliponícolas para a Região Norte do Brasil, como Rech & Absy (2011) e Novais & Absy (2013) que relataram que o tipo polínico *Astronium* promoveu um evento de especialização temporária, que acontece quando um tipo de pólen teve uma ocorrência acima de 90% do total de grãos de pólen contados no mel.

Todos os seis tipos polínicos classificados como pólenes dominantes formam um grupo de plantas nativas da região como *Astronium*, *Anadenanthera peregrina*, *Didymopanax* tipo 1, *Euphorbia*, *Schinus terebinthifolia* e *Vismia* (Flora e Funga do Brasil 2022) e a relação entre eles demonstra que, em certos períodos, as abelhas utilizaram essas fontes ao mesmo tempo, mostrando uma certa semelhança como recurso trófico muito importante associado a forte presença desses tipos na região e o seu potencial no fornecimento de recursos alimentares (néctar e pólen) para as abelhas, principalmente no período de alta floração, que segundo Van Schaik (1993), compreende o período mais vantajoso para a polinização, pois a ação da chuva pode inibir a atividade dos agentes polinizadores.

É importante ressaltar, conforme Imperatriz-Fonseca et al. (1984) e Marques-Souza (2010), que a riqueza apresentada pelo espectro polínico de *Scaptotrigona* sp., ou qualquer outra espécie de abelha, também pode variar por vários fatores, incluindo os aspectos fenológicos da flora local, as mudanças sazonais no fluxo de néctar, a presença de outros polinizadores forrageando na mesma área e as necessidades proteicas da colônia.

Outro fator considerado relevante foi o grande número de tipos polínicos classificados como importantes, sendo encontrados em proporções e períodos similares aos classificados como pólen acessório na análise para as duas comunidades. Embora não seja tão representativo nas amostras, tais tipos polínicos representam um grupo de plantas muito ocorrentes na dieta das abelhas, a exemplo de *Alchornea*, *Euphorbia*, *Protium* e *Vismia* (Carão) e o de *Casearia*, *Miconia* e *Struthanthus syringifolius* (Solimões), mesmo que aparecessem nas amostras quase exclusivamente como pólen isolado para as respectivas comunidades, foram constatados em 15 das 24 amostras, o que indica a presença na área em estudo, tornando-se importantes fornecedoras de pólen e néctar para as abelhas nos períodos de seus florescimentos.

Apresentando-se de forma pouco frequente no mel, temos os tipos polínicos com frequência abaixo de 3%, classificados como pólen isolado ocasional, tais tipos tiveram uma importante contribuição para a diversificação do espectro do mel de *Scaptotrigona nigrohirta* nas duas comunidades, mesmo em menor proporção. Segundo Imperatriz-Fonseca et al. (1984), as abelhas tendem a continuar coletando as espécies que fornecem pequenas quantidades de alimentos, pois essas plantas se tornam fontes alternativas de recursos para as abelhas em questão, quando outras flores estão saturadas de outros polinizadores ou estão em número reduzido devido à baixa floração.

Segundo Barth (1989), o pólen considerado ocasional tem pouca importância quanto à quantidade de néctar fornecido, mas é de grande interesse para a determinação da origem

geográfica e/ou botânica do produto das abelhas. E embora as *Scaptotrigona* spp. usem nichos diferentes, alguns tipos polínicos podem ser considerados fundamentais para a manutenção de suas colônias, essa preferência pelos mesmos recursos em ambientes diferentes está de acordo com outros estudos realizados na Amazônia por Ferreira & Absy (2015; 2017).

Essa variedade de espécies vegetais que são visitadas pelas abelhas sem ferrão está relacionada com o curto período de floração da maioria dessas plantas, como citam Marques-Souza et al. (2002), pois para evitar a competição pelo mesmo alimento, as abelhas procuram diversificar as suas coletas. Segundo Hilário et al. (2001), essa diversificação de coletas executadas pelas abelhas pode ser devido a fatores exógenos, tais como a distância entre as plantas e os ninhos, comunicação entre as campeiras, predadores e a fatores climatológicos.

O espectro polínico apresentado por *Scaptotrigona nigrohirta*, a partir dos grupos de plantas como representadas pelo gênero *Astronium*, são de grande interesse para o pasto meliponícola, como recomenda Soares et al. (2007), pois suas flores apresentam grande produção de pólen e néctar, colaborando durante todo o período estudado, mesmo em baixas frequências, com a dieta alimentar desses meliponíneos e a manutenção das colônias nas comunidades, que possivelmente se beneficiarão dos serviços de polinização.

Em geral, tanto para a comunidade Carão quanto para a Aldeia Solimões, *Scaptotrigona nigrohirta* apresentou baixa uniformidade em sua coleta, sendo que quanto maior a amplitude do nicho trófico, aqui representado pelo índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), maior é a uniformidade ou tendência de homogeneidade ($J'=1$) no padrão de coleta de recursos florais das abelhas, que é inferido pelo índice de equidade de Pielou (J').

As diferenças na diversidade (H') entre as estações foram destacadas para ambas as comunidades, em março/21 marcou-se o pico de chuva na região, enquanto que o período amostrado mais quente e seco ocorreu no mês de outubro/20. Os tipos polínicos mais frequentes ocorreram ao longo dos meses com baixa precipitação (setembro a novembro de 2020). No mês de fevereiro, as amostras de mel da comunidade Carão apresentaram menor número de tipos polínicos, enquanto que para a Aldeia Solimões foram os meses de dezembro/20 e janeiro/21, apresentando também alta precipitação e baixa temperatura. Em contraste, setembro e novembro foram os meses mais secos do ano, apresentando a maior diversidade de tipos polínicos nessa estação seca.

Apesar de Solimões apresentar um maior número de tipos polínicos classificados como dominante, a comunidade Carão foi a que deteve o maior número de tipos polínicos no total amostral, em diferentes frequências (alta, média e baixas), marcando a diversidade polínica ao

longo das estações, apresentando também a Aldeia Solimões como a comunidade com o menor espectro polínico, sugerindo que um menor número de fontes florais foi altamente visitado, resultando em uma alta frequência de pólen.

Ramalho (1990), Ferreira et al. (2010) e Faria et al. (2012) verificaram que as forrageiras de *Scaptotrigona* sp. concentraram suas coletas em fontes mais lucrativas no período mais seco, na estratégia de forrageamento em grupo, onde tais espécies floresceram massivamente nessa estação, comparado ao período de baixa precipitação e alta floração na região em estudo, nas duas comunidades.

Carão apresentou as maiores médias para H' e J', e vale ressaltar que os tipos polínicos estão em sua maioria relacionados as espécies nativas, contribuindo no aumento do nicho trófico local de *Scaptotrigona nigrohirta*. Imperatriz-Fonseca et al. (1984) argumentam que o pequeno tamanho das abelhas nativas sem ferrão, em especial *Scaptotrigona* sp., implica na necessidade de energia relativamente baixa para haver a exploração de seus recursos a longas distâncias.

Resultados semelhantes a esses foi encontrado por 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.

5. Considerações finais

As análises polínicas e as abelhas Canudos estudadas indicam a importância das “abelhas Canudos” *Scaptotrigona nigrohirta* na polinização de plantas nativas, sendo essas abelhas apresentadas como generalistas, além do desenvolvimento da meliponicultura na região, pois as abelhas podem percorrer ao entorno do meliponário em busca desses e demais recursos florais. E com a ausência de um guia de plantas que contemplem a melissopalínologia local para a região do estudo, esse trabalho pode vir servir como guia de inspiração para novos estudos que possam abordar espécies vegetais que contribuem com a meliponicultura.

As colônias de *S. nigrohirta* eventualmente podem restringir seu nicho alimentar devido a diversos fatores, usando apenas algumas fontes essenciais consideradas “chaves” para manter suas colônias ou mesmo realizar a exploração dos recursos disponíveis ao entorno dos meliponários.

A maioria dos grupos de plantas pré-definidos através dos tipos polínicos foi fortemente representado nas amostras deste estudo são nativas e possuem recursos disponíveis no período

chuvoso, portanto, abelhas podem suprir as demandas de suas colônias em benefício da polinização.

S. nigrohirta ampliou seu nicho polínico e o uso dos diferentes tipos polínicos foi relativamente homogêneo ao longo dos meses para ambas as comunidades, indicando que essa espécie pode ser considerada mais generalista no uso dos recursos alimentares e também em diferentes períodos do ano, pode-se observar que também houve uma tendência a especializações temporárias em Solimões, ao contrário de Carão, o que caracteriza que há espécies que contribuem fortemente para a dieta da abelha na região em diferentes momentos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. RRF agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado e ao ICMBio pelas autorizações de acesso a reserva para o desenvolvimento da pesquisa.

Declaração de divulgação

Nenhum potencial conflito de interesses foi relatado pelos autores.

Referências

- Barbiéri C, Franco TM. 2020. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo 23:1-19.
- Barth OM, Freitas AS, Vanderborght B. 2020. Pollen preference of stingless bees (*Melipona rufiventris* and *M. quadrifasciata anthidioides*) inside an urban tropical forest at Rio de Janeiro city. *Journal of Apicultural Research* (59)5:1005-1010.
- Barth OM. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. *Scientia Agrícola* (61)34:23-50.
- Barth OM. 1989. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Luxor 150.
- Bononi VLR, Fidalgo O. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo 68.

- Erdtman G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Stockholm: Almqvist and Wiksell 539.
- Faria LB, Aleixo KP, Garófalo CA, Imperatriz-Fonseca VI, Silva CI. 2012. Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche* (New York) 12.
- Ferreira MG, Absy ML. 2017. Pollen analysis of honeys of *Melipona* (*Michmelia*) *seminigra merrillae* and *Melipona* (*Melikerria*) *interrupta* (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. *Grana* (56)6:1-14.
- 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.
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: jul. 2022
- Freitas BD, Guimarães-Brasil MO. 2018. Principais recursos florais para as abelhas da caatinga. *Scientia Agraria Paranaensis* 149-149.
- Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert ADMP. 2001. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 61:191-196.
- Imperatriz-Fonseca VI, Kleinert-Giovannini A, Cortopassi-Laurino M, Ramalho M. 1984. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae). *Bol Zool Univ., São Paulo* 8:115-131.
- Jones GD, Bryant VM Jr. 2004. The use of ETOH for dilution of honey. *Grana* (43)3:174-182.
- Joosten H, Klerk P. 2002. What's in a name Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. *Rev Palaeobot Palynol* 122:245.

- Kisser J. 1935. Bemerkungen zur Inklusion in Glycerin-Gelatin. Z. Wiss. Mikr. (in German) 51
- Klerk P, Joosten H. 2007. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and Scientific freedom. *Eiszeitalter und Gegenwart / Quaternary Science Journal* 56:162-171.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee world* (59)4:139-157.
- 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 Amazonica* (32)2:217-229.
- Marques-Souza AC. 1996. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 26:77-86.
- Marques-Souza AC. 2010. Ocorrência do pólen de *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae) nas coletas de *Frieseomelitta varia* Lepelletier 1836 (Apidae: Meliponinae) em uma área de Manaus, AM, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* [online] (24)2:558-566. DOI 10.1590/S0102-33062010000200024.
- Moar NT. 1985. Pollen analysis of New Zealand honeys. *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, Santos MFAR. 2013. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. *Arthropod-Plant Interactions* 7:619-632. DOI 10.1007/s11829-013-9276-x.
- 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. DOI: 10.1080/01916122.2013.787127.
- Novais JS, Absy ML, Santos MFAR. 2013. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. *Arthropod-Plant Interactions* 7:619-632. DOI 10.1007/s11829-013-9276-x.

- 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.
- Ramalho M. 1990. Foraging by stingless bees of the genus, *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research* (29)2:61-67.
- Rech AR, 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.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG, Marinho HA, Santos A. 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. DOI 10.1080/01916122.2018.1458664.
- Shannon, CE, Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois (IL): University of Illinois Press.
- Soares ERC, Pestana DD, Barelli MAA, Galbiati C, Amaral AM, Silva ERG, Labaig, F. 2007. Seleção de espécies melíferas com base na flora da região Sudoeste do Estado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Biociências* 5(S1)726-728.
- Souza RR, Abreu VHR, Novais JS, Pimentel ADA, Nogueira LL. 2018. A meliponicultura em comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará. *Cadernos Agroecológicos* 13:1-7.
- Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR, Novais JS. 2020. Resources collected by two *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) species based on pollen spectrum of honeys from the Amazon basin. *Sociobiology* 67:268-280.
- Van Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353-377

Tipos polínicos encontrados em amostras de pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

Artigo 2

A ser enviado ao periódico *Grana*

(Normas para submissão no anexo 2)

Tipos polínicos encontrados em amostras de pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022 em duas comunidades na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Brasil

RAYLANA RODRIGUES DA FONSECA¹, VANESSA HOLANDA RIGHETTI DE ABREU² & ELY SIMONE CAJUEIRO GURGEL³

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Botânica Tropical (PPGBOT), Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazonia, Belém, Brasil, ²Departamento de Biologia, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde (CCENS), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Brasil.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo a caracterização palinológica das amostras de pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022, a fim de fornecer informações para o aumento da atividade meliponícola em duas comunidades (Carão e Solimões), na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, PA, Brasil. A análise realizada seguiu a metodologia padrão que envolve o uso do processo de acetólise, com algumas adaptações. A identificação dos tipos polínicos foi realizada através da contagem de no mínimo 500 grãos de pólen por amostra. A partir dos resultados encontrados os tipos polínicos foram agrupados em quatro classes de frequência relativa (CFR): pólen dominante (> 45%), pólen acessório (15 a 44%), pólen isolado importante (3 a 14%) e pólen isolado ocasional (< 3%). E analisados estatisticamente através dos Índices ecológicos de Shannon, Índice de Pielou e Índice de Bray-Curtis. Foram identificados no total 25 tipos polínicos distribuídos em 9 espécies, 16 gêneros e 15 famílias botânicas, desse total 14 tipos polínicos foram compartilhados entre as espécies de abelhas das comunidades do estudo. As famílias Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae se destacaram por contribuírem de forma importante na alimentação dos meliponíneos do estudo. O nicho polínico variou conforme a presença das espécies florais mais abundantes na área, dados que revelam uma espécie de abelha generalista. Além disso, os tipos polínicos *Astronium*, *Anadenanthera peregrina*, *Copaifera martii*, *Didymopanax*, *Eugenia*, *Euphorbia*, *Myrcia* e *Spondias mombin* desenvolveram um importante papel na manutenção dos recursos alimentares para as colônias de abelhas, sinalizando espécies botânicas importantes para cultivos próximos aos ninhos das abelhas presentes deste estudo

Palavras-chaves: pólen, abelhas-sem-ferrão, recurso trófico; Amazonia.

Introdução

As abelhas da tribo Meliponini são conhecidas popularmente por meliponíneos ou abelhas nativas sem ferrão - ASF (Absy et al 2018). Estão distribuídas em uma ampla faixa tropical e subtropical do planeta, ganhando maior dimensão na região neotropical, principalmente na floresta amazônica (Camargo & Pedro 2007; Michener 2013).

No interior da Amazônia famílias tradicionais e indígenas praticam a meliponicultura (criação racional de abelhas sem ferrão) (Souza et al. 2018). Além da importância dos serviços prestados pela interação inseto x planta, as abelhas sem ferrão possuem uma importância econômica para a prática da atividade nessas regiões (Rezende et al. 2020). A meliponicultura é uma atividade de cunho sustentável e de baixo custo que ajuda a manutenção de muitos comunitários gerando renda extra em suas comunidades (Nogueira-Neto 1997).

De acordo com Costa (2012), o manejo racional dessas abelhas na Região Amazônica vem contribuindo para a preservação ambiental, pois é uma atividade que está estritamente relacionada com a oferta de recursos (néctar e pólen) disponível no ecossistema.

O pólen além de ser uma fonte nutritiva extra para as abelhas é também tido como o veículo do material genético masculino da planta, para que seja transportado até a parte feminina (polinização), e apresenta uma série de adaptações em função dos agentes transportadores (vento, água, insetos, pássaros) (Santos 2013). Entre estas adaptações, destacam-se a presença externamente de amido ou óleo (dependendo do táxon da planta) o que facilita o transporte (via corbícula) (Forzza et al. 2010).

O pólen também tem sido tema de diversos estudos de cunho multidisciplinar, principalmente para meliponicultores, quanto a sua importância ecológica, nutricional e comercial, o pólen é estocado pelas abelhas sem ferrão em alvéolos dentro do ninho e torna-se uma fonte de proteínas para as abelhas, principalmente em seu estágio de desenvolvimento, pois é fonte de nitrogênio, lipídios e vitaminas (Morgado et al 2011; Villas-Boas 2012).

Para entender a biologia das abelhas é necessário conhecer seus hábitos alimentares, que estão relacionados diretamente com as plantas que 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 (Ebeling et al 2008; Souza et al 2020).

Neste contexto, a melissopalínologia aliada a estudos ecológicos e comportamentais pode ajudar a esclarecer as relações de interdependência entre as espécies vegetais e seus polinizadores, além das espécies vegetais fornecedoras dos recursos como pólen e néctar (Barth 2004).

O objetivo geral do presente trabalho foi identificar a origem botânica, através dos tipos polínicos presentes em amostras de potes de pólen coletados por *Scaptotrigona nigrohirta* (conhecida como “abelha canudo”) da comunidade Carão e Aldeia Solimões, na Reserva Extrativista (RESEX) Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em três meliponários, sendo um localizado na aldeia Solimões e o outros dois localizados na comunidade Carão, ambas as localidades fazem parte da RESEX Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará. A distância entre as comunidades é em torno de 9 km e para o acesso de uma comunidade à outra, percorreram-se trilhas. A distância entre os dois meliponários da comunidade Carão é de 1 km (Figura 1).

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET 2020; 2021), o clima da região é o equatorial continental e úmido da Amazônia Central, pois apresenta calor elevado com temperaturas médias anuais entre 26 °C e 30 °C, com umidade alta, com valores médios anuais entre 85% a 90% e pluviosidade ao longo do ano variando entre 2.000 mm e 2.800 mm, a estação chuvosa em termos médios dura em torno de 7 a 9 meses, estendendo-se de novembro a julho, os meses mais chuvosos perfazem de fevereiro a abril.

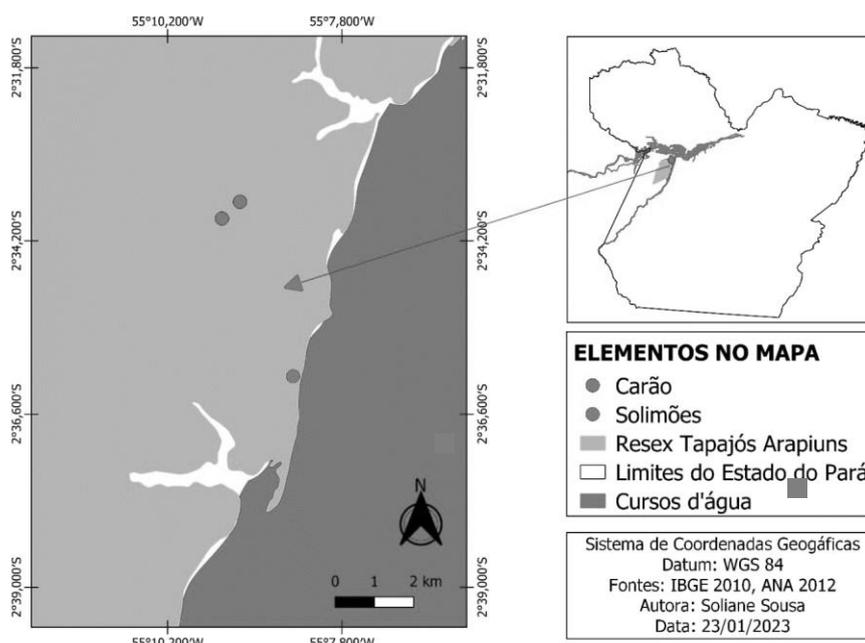


Figura 1. Localização da comunidade Carão e Aldeia Solimões – RESEX Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.

As amostras de pólen foram coletadas mensalmente durante oito meses, de setembro de 2020 a abril de 2021, totalizando 24 amostras referentes aos 3 meliponários, obtendo-se as amostras sempre das mesmas caixas de abelha.

Para a coleta de pólen foram utilizadas espátulas plásticas e eppendorfs, sendo coletados 10g de pólen de cada meliponário. As amostras foram mantidas em refrigerador a uma temperatura de cerca de 10 °C até o início do processamento em laboratório.

Inicialmente o pólen foi seco em estufa, com cerca de 50°C, posteriormente houve a diluição em etanol a 95% e em seguida cada amostra foi submetida ao processo de acetólise de acordo com o método de Erdtman (1952).

Após o processo de acetólise, foram preparadas, no mínimo, três lâminas de cada amostra utilizando gelatina glicerinada de Kisser (Kisser 1935 *apud* Salgado-Laboriau 1973), seladas com parafina para análise microscópica.

A identificação dos tipos polínicos seguiu com base na literatura especializada na área palinológica e em estudos recentes de morfologia polínica, sendo identificados todos os tipos polínicos nas categorias de família, gênero e/ou espécie. Para essa caracterização taxonômica foi utilizado o conceito de "tipo polínico" proposto por Joosten & Klerk (2002) e Klerk e Joosten (2007).

Para a identificação e contagem dos grãos de pólen a metodologia utilizada foi de Louveaux (1978). Com o auxílio de um microscópio óptico com objetiva de 40x, foi realizada a identificação e contagem (mínimo de 500 grãos/amostra) de todos os tipos polínicos diferentes e estes foram fotomicrografados em objetiva de 100x (imersão).

Os tipos polínicos foram agrupados em quatro classes de frequência, de acordo com Louveaux (1978): pólen dominante (PD > 45%), pólen acessório (PA 15% a 44%), pólen isolado importante (PIi 3% a 14%) e pólen isolado ocasional (PIo < 3%). As classes de frequência foram consideradas em analogia as propostas para o mel, porque originalmente as classes não foram propostas para as amostras de pólen. Para definir as escalas, cinco grãos de pólen de cada tipo polínico foram mensurados com auxílio de microscópio óptico Zeiss com régua acoplada na objetiva de 40x.

Os resultados, para uma melhor visualização, foram expostos em tabelas e gráficos confeccionados no Excel 2010®. As imagens foram capturadas diretamente do microscópio sob aumento de 100x (imersão), utilizando câmera fotográfica digital. Os palinogramas foram elaborados no programa Corel DRAWX7® ou Corel DRAW12®.

Para análise quantitativa do pólen nas amostras, foi utilizado o Índice de diversidade de Shannon-Weaver (1949) (H'), que se baseia na proporção de tipos polínicos encontrados nas amostras mensais, quanto maior for o valor de H' maior será a diversidade florística da população em estudo, 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) será usado para avaliar a uniformidade das amostras entre as duas comunidades, seu valor apresenta uma amplitude de 0, que é a uniformidade mínima, até 1, sendo está, a uniformidade máxima, 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.

A partir dos dados de abundância do tipo polínico, foi realizada uma análise de similaridade utilizando o Índice de Bray–Curtis para visualizar as relações entre as amostras. As amostras foram consideradas semelhantes se agrupadas acima do limite de 60% (Parks & Beiko 2012).

As análises permitirão identificar padrões de associação entre os tipos polínicos e os meliponários estudados em suas respectivas localidades, para finalmente apresentar os dados graficamente em um dendrograma.

Resultados

Durante o período estudado, de setembro de 2020 a abril de 2021, *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022 coletou-se 25 tipos polínicos, distribuídos em 9 espécies, 16 gêneros e 15 famílias. Em média, a abelha apresentou um espectro polínico razoavelmente restrito com cerca de três a dez tipos polínicos por amostra (Tabela 1).

Das 15 famílias botânicas utilizadas por *S. nigrohirta* a que apresentou maior riqueza de tipos polínicos foi Anacardiaceae com quatro (4) tipos, seguida de Euphorbiaceae (3) e Fabaceae (3), as demais famílias contribuíram para a dieta de *S. nigrohirta* com um ou dois tipos polínicos cada (Figura 2).

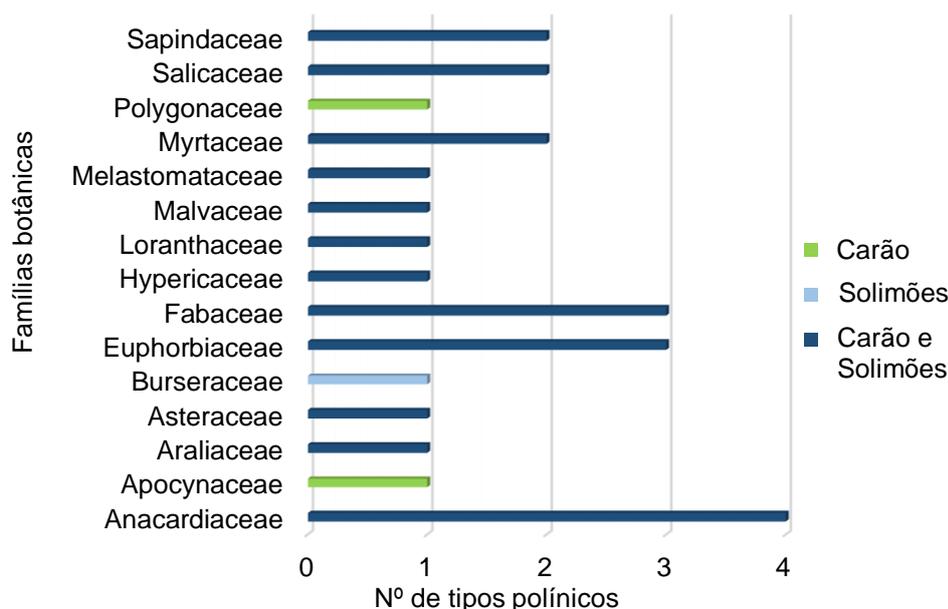


Figura 2. Número de tipos polínicos por família botânica encontrados nas amostras de pólen de *Scaptotrigona nigrohirta* entre os meses de set/20 a abr/21, ocorrendo de forma exclusiva ou compartilhada para a Comunidade Carão e Aldeia Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns (Santarém, Pará, Brasil). Fonte: A autora (2022).

Em relação a composição geral do espectro polínico das colônias estudadas, oito tipos polínicos recorrentes nas amostras mensais foram classificados como pólen dominante (frequência >45%), sendo esses: *c* (Figura 3).

Anadenanthera peregrina foi encontrada durante seis meses em Solimões, atingindo um pico de 83.58% em nov/20 e 85.99% em dez/20, sendo considerado um pólen dominante muito atrativo para esta abelha (Tabela 1).

Na comunidade Carão a coleta desse tipo polínico pela abelha *S. nigrohirta* ocorreu em meses intercalados com baixa frequência (não superando a frequência de 3% nas amostras) e sem pico de atratividade. O tipo polínico apresentou um pico de atratividade sendo *Astronium* considerado dominante, este ocorrendo no mês de outubro em Carão e em Solimões, e consecutivamente nos meses de setembro a dezembro nas duas localidades, contudo apresentando baixa frequência nesses meses.

O pólen de *Copaifera martii* foi observado no mês de abril, apresentando-se como pólen dominante para as duas localidades (Carão e Solimões) e não ocorrendo nos demais meses. O pólen de *Didymopanax* também foi classificado como pólen dominante, ocorrendo nos meses de abril e setembro em Carão e Solimões, mas somente em abril foi bem observado, já no mês de setembro o mesmo pólen ocorreu em Carão como pólen ocasional e em Solimões como pólen dominante.

Foi observado um evento de especialização temporária (frequência acima de 90%) promovido por *Euphorbia* no mês de fevereiro na comunidade Carão, sendo o tipo polínico classificado como pólen dominante. O pólen de *Eugenia* também foi classificado como pólen dominante, ocorrendo apenas no mês de março na aldeia Solimões.

Em relação aos outros agrupamentos formados ocorreu uma atipicidade para o pólen de *Myrcia*, o mesmo foi classificado como pólen dominante e esteve presente nas coletas de *S. nigrohirta* em meses e comunidades diferentes, em Carão ocorreu no mês de novembro e em Solimões em fevereiro, nos demais meses o mesmo pólen apareceu como pólen isolado ocasional ou importante. O pólen da espécie *Spondias mombin* ocorreu apenas na aldeia Solimões em dois meses, sendo classificado como pólen isolado em setembro e como pólen dominante no mês de janeiro.

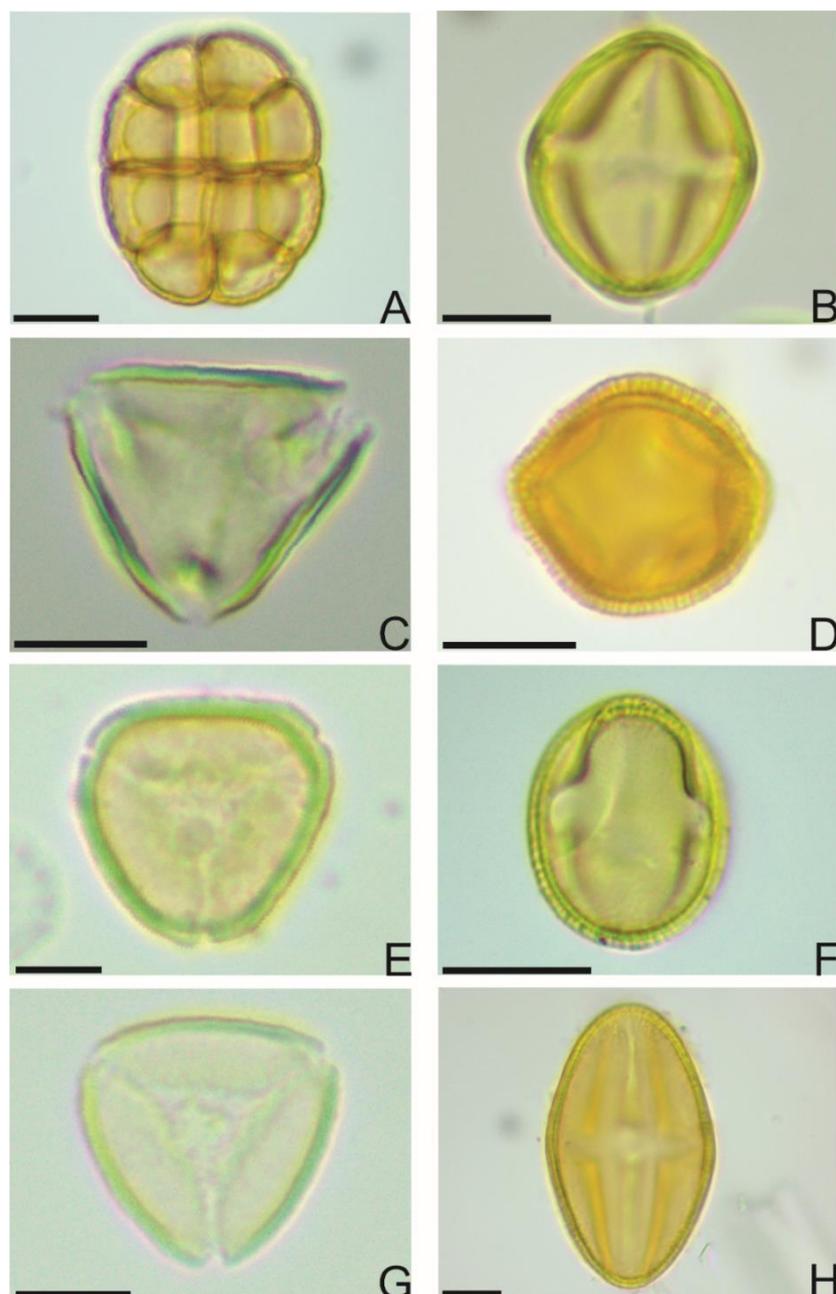


Figura 3. Tipos polínicos que tiveram frequência acima de 45% nas amostras de pólen: A. *Anadenanthera peregrina*; B. *Astronium*; C. *Copaifera martii*; D. *Didymopanax*; E. *Eugenia*; F. *Euphorbia*; G. *Myrcia*; H. *Spondias mombin*. Escalas em 5 μ m. Fonte: A autora (2022).

Dos 25 tipos polínicos identificados nas amostras, quatro tipos foram exclusivos para a comunidade Carão: *Aspidosperma*, *Emilia sonchifolia*, *Matayba* e *Triplaris weigeltiana*. Enquanto seis tipos polínicos foram exclusivos para a aldeia Solimões: *Eugenia* (PD em mar/21), *Protium* (PIo em dez/20), *Schinus terebinthifolia* (PIi em set/20 e em dez/20), *Spondias mombin* (PIo em set/20), *Ricinus* (PA em out/20 e PIi em dez/20) e *Senna* (Pio em jan/21) (Tabela 1).

A análise de agrupamento realizada com dados por comunidade (Índice de Bray-Curtis) revelou uma baixa similaridade entre as dietas nos diferentes ninhos de *S. nigrohirta* (Figura 4). Assim, apenas quatro agrupamentos apresentaram similaridade acima do limite de 60% (dieta da abelha considerada semelhante), clustering: *Copaifera martii* (Carão e Solimões em abr) e *Didymopanax* (Carão e Solimões em abr); *Astronium* e *Miconia* (Carão e Solimões em out) *Myrcia* e *Anadenanthera peregrina* (Carão e Solimões em nov e fev); *Astronium* e *Miconia* (Carão e Solimões em nov) (Tabela 1, Figura 4).

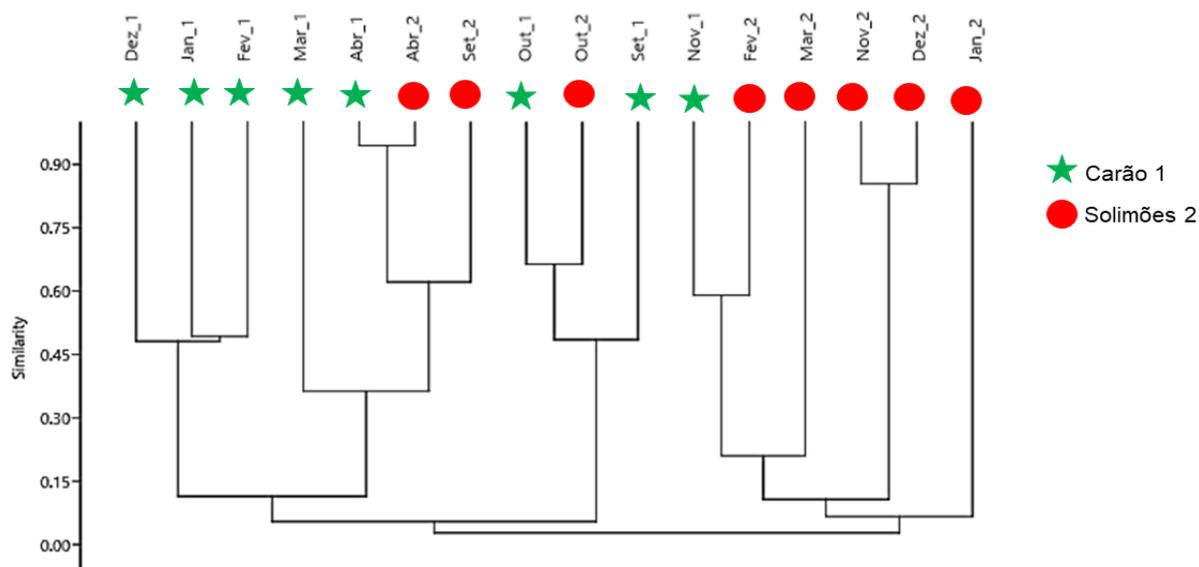


Figura 4. Análise de similaridade dos ninhos de *Scaptotrigona nigrohirta* da comunidade de Carão e Aldeia Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns (Santarém, Pará, Brasil). De acordo com a identidade dos espectros de pólen usando o “método de clustering” em função do Índice de Bray-Curtis. Os símbolos representam as comunidades associadas ao período de amostragem.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') por amostra mensal para *S. nigrohirta* variou entre 0.299 a 1.354 na comunidade Carão e entre 0.272 a 0.802 na Aldeia Solimões. O maior valor de amplitude de nicho para *S. nigrohirta* na comunidade Carão foi obtido em setembro/20 ($H'=1.354$) e o menor valor ocorreu em fevereiro/21 ($H'=0.299$). Para a Aldeia Solimões o maior valor foi obtido em setembro/20 ($H'=1.234$) e o menor valor em outubro/20 ($H'=0.534$) (Tabela 1, Figura 5).

Para os valores do índice J de Pielou (J'), foi encontrado para a comunidade Carão em dezembro/20 ($J'=0.717$) a mais alta uniformidade das amostras, enquanto o menor valor ocorreu em fevereiro/21 ($J'=0.272$). Na Aldeia Solimões, o maior valor de uniformidade ocorreu em fevereiro/21 ($J'=0.802$) e o menor valor obtido ocorreu em janeiro/21 ($J'=0.275$) (Tabela 1, Figura 5).

Os valores de precipitação e temperatura registrados durante o período amostrado atingiram máximas e mínimas para cada variável ambiental. As chuvas na região se tornaram intensas a partir do mês de fevereiro (253 mm), com pico nos meses de março (447 mm) e abril (249 mm). E os menores valores registrados ocorreram nos meses de setembro (32,6 mm) a outubro (53,6 mm) (INMET, 2020; 2021) (Figura 5).

Nos períodos de alta precipitação ocorreram tipos polínicos dominantes para ambas as localidades, mas com uma diversidade menor, já os tipos polínicos ocorrentes nos períodos de baixa precipitação foram em sua maioria classificados como pólenes ocasionais e acessório, período também de maior riqueza polínica, resultados que não diferiram entre as localidades.

Para os meses amostrados com altas temperaturas (setembro 33,8 °C e outubro 34,5 °C) também se observou a presença de tipos polínicos com alta frequência, mas principalmente uma riqueza maior de plantas com picos de curta floração, marcando floradas específicas na região, fazendo a transição para o período onde cessam-se as chuvas e começam novas floradas, a partir do mês de agosto, sendo setembro/20 o mês que apresentou o maior número de tipos polínicos (=10) (Figura 5).

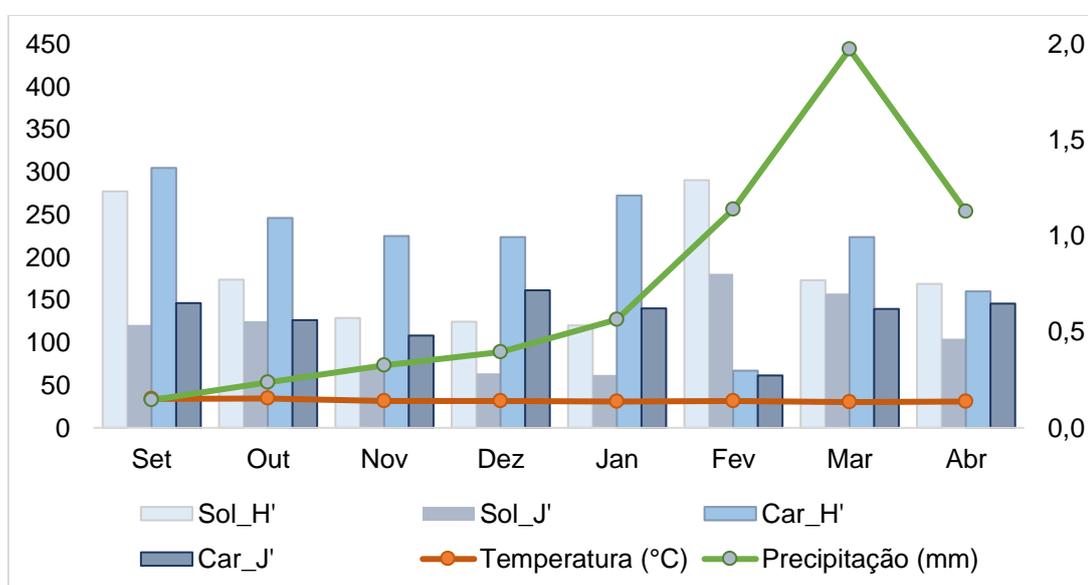


Figura 5. Dados de Precipitação (mm) e Temperatura (°C) (INMET, 2020; 2021) e Índices ecológicos (J' e H') para a comunidade Carão e Aldeia Solimões, RESEX Tapajós-Arapiuns (Santarém, Pará, Brasil).

Total de tipos	8	7	8	4	7	3	5	3	10	4	6	7	7	5	3	5
H'	1,354	1,095	1,001	0,994	1,212	0,299	0,995	0,711	1,234	0,772	0,573	0,553	0,534	1,290	0,769	0,749
J'	0,651	0,563	0,481	0,717	0,623	0,272	0,618	0,647	0,536	0,557	0,320	0,284	0,275	0,802	0,700	0,465

Fonte: A autora (2022).

Discussão

Neste estudo obteve-se informações sobre a dieta polínica de *Scaptotrigona nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva 2022, verificando que a espécie apresenta comportamento generalista através da sua dinâmica de forrageamento em meio a disponibilidade de alimentos e a sazonalidade da região.

As principais fontes polínicas identificadas para *S. nigrohirta* foram: *Anadenanthera peregrina*, *Astronium*, *Copaifera martii*, *Didymopanax*, *Eugenia*, *Euphorbia*, *Myrcia* e *Spondias mombin*.

Das famílias visitadas, Anacardiaceae foi bastante representativa, tendo suas espécies contribuído significativamente para o pólen coletado durante os meses coletados nas duas localidades, com exceção de *Schinus terebinthifolia* e *Spondias mombin*, ocorrentes apenas em Solimões. Em outubro, o pólen de *Astronium* pertencente também a esta família, foi a principal fonte de proteína para *S. nigrohirta*, mostrando a similaridade alimentar (acima de 60%), ocorrendo no mesmo período em localidades diferentes.

De acordo com Kerr et al. (1996; 1997) o padrão de colheita das espécies de Anacardiaceae mostra que essas plantas são sazonais com curtos períodos de floração, principalmente restritos aos meses de pouca chuva, como ocorreu em outubro, pico da seca na região estudada.

Nadia et al. (2007) observaram em seu estudo que espécies de Anacardiaceae tiveram seu pólen e néctar coletado por duas espécies de abelhas sem ferrão onde a maioria das colheitas ocorria durante meses com pouca precipitação, e que o néctar é a recompensa floral mais oferecida pela maioria das espécies de Anacardiaceae aos visitantes. As espécies desta família possuem flores com anteras rimosas e o seu pólen fica totalmente exposto ao ar livre, por isso os visitantes também o colhem de forma oportuna, sendo essa uma flor bem atrativa para as abelhas.

Já o tipo polínico dominante da família Araliaceae (*Didymopanax*) são plantas sazonais com períodos de floração curtos, geralmente sua floração vai de março a junho, suas flores possuem inflorescências terminais com anteras que expõem completamente o pólen, facilitando a colheita pelos meliponíneos. De acordo com Rezende et al. (2021), as plantas sazonais são muito importantes para as abelhas nativas da Amazônia, pois fornecem uma fonte alternativa de alimento durante a diminuição da produção de pólen e néctar nos períodos chuvosos, nesses momentos é difícil para as abelhas encontrarem alimentos disponíveis.

De acordo com os resultados obtidos é possível afirmar que o tipo polínico *Euphorbia* (Euphorbiaceae) tem distinção em seus períodos de floração ao longo do ano nas duas localidades. *Euphorbia* foi fortemente coletada por *S. nigrohirta* em Carão, onde ocorreu evento de especialização temporária no mês de fevereiro. Rech & Absy (2011) identificam um evento de especialização temporária como quando um determinado tipo polínico teve uma ocorrência acima de 90% do total de grãos de pólen contados.

De acordo com Silva et al. (2022), a disponibilidade do recurso pólen e a distribuição geográfica do tipo podem ter colaborado para a preferência na dieta da abelha apenas em uma comunidade. Marques-Souza (2010) também argumenta que, embora as abelhas tendem a usar uma fonte de alimento potencial ao máximo após sua descoberta, como no caso da especialização temporária em *Euphorbia*, esses insetos ainda continuam coletando de fontes menos recompensadoras.

O pólen de Fabaceae costuma estar presente em levantamentos de espécies produtoras de pólen e néctar, também está presente em quaisquer análises melissopalínológicas, onde são frequentes os relatos da sua produtividade (Barth 1989; 1990; Iwana & Melhem 1969; Carreira et al 1986; Barth & Luz 1998; Fonseca et al 2020; Pimentel et al 2021; Souza et al 2020; 2021; Rezende et al 2021). As operárias de *S. nigrohirta* forragearam fortemente duas espécies de Fabaceae: *Anadenanthera peregrina* e *Copaifera martii*, a primeira foi a principal fonte de pólen para *S. nigrohirta* sendo observada ao longo de todo o ano, por sua longa florada disponível para a colheita de pólen e néctar. Já a segunda foi a espécie observada durante os meses considerados chuvosos, março e abril.

Ramalho et al. (1989) relataram as plantas de Fabaceae como importantes fontes de pólen para várias espécies de meliponíneos, suas flores em geral são muito vistosas e têm anteras maduras e seu pólen fica totalmente exposto, favorecendo a coleta oportunista (Oliveira & Amaral 2004).

Outros autores relatam a importância dessa família para as abelhas, como Engel & Dingemans-Bakels (1980); Absy et al. (1984) em amostras de pólen armazenadas por vários meliponíneos da Amazônia; Kerr et al. (1986; 1987) em plantas fornecedoras de pólen e néctar para meliponíneos; Imperatriz-Fonseca et al. (1984) no pólen armazenado em comunidades de abelhas eussociais; Ramalho (1990) por meliponíneos em diversos habitats; Souza et al. (2018) e Pimentel et al. (2020) sobre os recursos polínicos utilizados na dieta de abelhas sem ferrão na Região Amazônica e através da prática da meliponicultura.

É possível observar que os tipos polínicos de Myrtaceae são comumente encontrados nos estudos palinológicos, por serem mais procurados pelo seu farto recurso polínico, sendo relativamente comum sua ocorrência, como relatado por Marques-Souza et al. (1996) em seu estudo com cinco espécies de abelhas sem ferrão na Amazônia, e Luz et al. (2019) que compararam os recursos tróficos utilizados por uma espécie de *Scaptotrigona* spp. É possível afirmar, de acordo com os resultados obtidos, que *Myrcia* possui floração extensa, pois foi observada em boa parte das amostras nas comunidades estudadas e *Eugenia* apresenta plantas sazonais com períodos de curta floração na aldeia Solimões.

Pimentel et al. (2021) ressaltam que embora algumas espécies de plantas dominem as amostras no espectro polínico em termos de suas altas frequências, as abelhas tendem a continuar coletando de espécies que fornecem pequenas quantidades de alimento (pólen classificados como isolado importante ou ocasional), se tornando fontes alternativas de recursos para a colônia e são especialmente úteis quando outros fornecedores de pólen estão saturados por outros polinizadores ou são diminuídos.

Imperatriz-Fonseca et al. (1984) defini a importância dessas plantas diferirem em cada região (ocorrência exclusiva de tipos polínicos em determinada localidade), pois demonstra que as variações no ambiente podem modificar o comportamento alimentar dessa espécie de abelha. Dessa forma, a ausência ou baixa frequência de algum tipo polínico na composição das amostras estudadas não implica necessariamente que ele não seja importante para as abelhas naquela região, uma vez que a amostra de pólen pode estar estocada desde quando a espécie em questão estivesse florindo, mostrando que a abelha estoca alimento. Por outro lado, a presença de um determinado tipo polínico na amostra enfatiza a relação existente entre abelhas e plantas, mostrando ser possível a utilização desta abelha em serviços de polinização desse grupo e/ou espécie.

As análises de similaridade são utilizadas como ferramentas para determinar as semelhanças entre grupos ou indivíduos, além de serem importantes indicadores da evolução do nicho trófico das espécies (Parks & Beiko 2012). Apesar da baixa frequência de várias espécies vegetais nas amostras de *S. nigrohirta*, esses dados indicaram um alto grau de dispersão nas colheitas de pólen desta abelha. A maior abundância de pólen (pólen dominante) em oito tipos polínicos pertencentes a cinco famílias, nas amostras dos potes de pólen de *S. nigrohirta* em oito meses.

O primeiro clustering formado por *S. nigrohirta* em Carão apresentou uma similaridade um pouco abaixo dos 60%, mas é interessante analisar que esses tipos polínicos ocorreram nos meses de dezembro a fevereiro, podendo indicar uma florada ocorrendo no período chuvoso na

região ou mesmo que *S. nigrohirta* tenha feito estoque desses tipos polínicos, na análise encontramos grãos de pólen de *Vismia* e *Euphorbia* identificados por Rech & Absy (2011) em eventos de especialização temporária e sendo importantes na contribuição da dieta de *S. nigrohirta*.

Espécies de *Vismia*, popularmente conhecidas na região como lacre, têm sido consideradas indicadoras de áreas alteradas, sendo abundante em capoeiras e pequenas clareiras naturais na floresta (Oliveira et al 2009; Oliveira & Amaral 2004). As espécies desse gênero têm suas floradas ocorrendo nos períodos iniciais do ano e possuem muitos estames, os recursos florais oferecidos as abelhas são pólen e néctar (Freitas & Guimarães-Brasil 2018).

O clustering ocorrido em abril, mostrou uma similaridade no agrupamento formado pelas coletas de *S. nigrohirta* em comunidades diferentes, podemos observar que mais de 90% da dieta da abelha ocorreu com a coleta dos grãos de pólen de *Copaifera martii* e *Didimopanax*. De acordo com Costa & Lameira (2021), *Copaifera martii* é uma espécie amplamente utilizada pelas abelhas, sua principal recompensa floral é o pólen, onde as abelhas também coletam óleo-resina para nidificação. Seu período de floração é longo, e pode variar de dezembro a março, indicando que *S. nigrohirta* coletou e estocou o pólen dessa espécie entre março a abril, e que coincide com o período de chuvas na região, que conseqüentemente pode interferir nas atividades das abelhas. Oliveira et al. (2017) destaca a importância dos gêneros de Araliaceae como fonte de pólen para as abelhas sem ferrão, contribuindo fortemente para a alimentação de *S. nigrohirta* no período analisado.

O pólen de *Myrcia* e *Anadenanthera peregrina* ocorreram nas duas localidades sendo classificados nos meses de novembro e fevereiro como pólen dominante e pólen acessório. Segundo Borges et al. (2017) a similaridade existente entre os tipos polínicos é a presença de floração em massa na estação seca, principalmente por *Anadenanthera peregrina*, que oferece néctar e pólen em pequenas quantidades, apesar do grande número de flores estaminadas, o que resulta em pólenes classificados como isolado importante e pólen ocasional nas amostras, variando também para pólen dominante.

O terceiro clustering observado ocorreu no mês de outubro e novembro, classificados como pólenes dominante, isolado importante e isolado ocasional. Os tipos polínicos *Astronium* e *Miconia* tem seus períodos de floração semelhantes. A recompensa floral oferecida aos visitantes, na maioria das espécies de Anacardiaceae e Melastomataceae, é o néctar, o pólen também é ofertado, apesar da pequena quantidade. Para Santos (1964) e Marques-Souza (2002) essas espécies podem florescer durante todos os meses do ano, por isso que dependendo da

localidade a floração pode variar, as suas flores têm anteras rimosas e seu pólen fica totalmente exposto, favorecendo coletas oportunísticas, as flores desse tipo são normalmente pouco vistosas, sendo hermafroditas ou unissexuadas (Oliveira & Amaral 2004).

De acordo com Oliveira et al. (2009) o tipo polínico *Miconia* floresce praticamente o ano inteiro e suas flores são brancas, agrupadas em inflorescências terminais com poucos dias de duração, mas muito atrativas às abelhas, a abertura das flores ocorre nas primeiras horas da manhã e as abelhas transportam grande quantidade de pólen para as colmeias.

Mesmo assim, essa pequena diferença de grupo indica que as comunidades vegetais forrageadas pelas operárias são heterogêneas, pois a cada mês, foram incorporados novos tipos polínicos à dieta dessas abelhas (pólens classificados como acessório, isolado importante ou isolado ocasional) sem que elas tenham que abandonar suas fontes mais atrativas.

Ramalho (1990), ao trabalhar com três tipos de *Scaptotrigona* Moure 1942, verificou que das 92 espécies vegetais visitadas por esses meliponíneos, 25 tipos polínicos presentes nas amostras representavam menos de 1%. Ou seja, 27% das amostras eram de pólen isolado importante ou ocasional. A autora observou que os tipos polínicos com mais de 1% nas amostras pertenciam a flores pequenas com corolas abertas e tubos curtos. Para *S. nigrohirta* é perceptível a atração por flores com as mesmas características, aroma adocicado e cores claras.

A extensão do nicho polínico dado pelo índice de diversidade (H'), indicaram que o espectro polínico de *S. nigrohirta* na comunidade Carão mostrou valores mais significativos durante todo o período estudado comparados aos valores da aldeia Solimões. Em Carão observa-se que esses valores de diversidade se estendem em alta de setembro a dezembro, enquanto na aldeia Solimões a diversidade em alta ocorre em setembro decaindo abruptamente no mês seguinte e com um pico em fevereiro, momento em que a região passa pela época de chuva.

Os valores para uniformidade foram baixos em Carão, principalmente nos meses mais chuvosos na região (final de dezembro a abril), isso indica que *S. nigrohirta* realizou uma coleta mais ampla no período menos chuvoso (início de agosto até início de dezembro) apresentando hábitos generalistas no uso dos recursos comparados as coletas realizadas pela mesma abelha em Solimões.

Em Solimões ocorreu de forma similar, os valores para uniformidade foram baixos no início do período seco na região e decaindo até o período chuvoso, atipicamente em fevereiro o valor para a uniformidade ocorreu fora do limite esperado sendo o mais alto entre os meses, assumindo que *S. nigrohirta* apresentou um padrão de coleta mais homogêneo.

Baseando-se em dados ecológicos de reprodução realizados por Silingard et al. (2002) o gênero *Myrcia* apresenta floração regular anual, podendo mudar sua dinâmica de floração após intensas chuvas, isso porque espécies desse gênero possuem botões florais que podem se manter quiescentes por até três meses à espera do aumento de umidade, o que pode ter ocorrido em Solimões no mês de fevereiro onde o tipo polínico *Myrcia* foi o mais abundante, podendo ter sofrido esse pico de floração próximo ao pico da chuva na região.

As atividades de forrageio na comunidade de Carão ocorreu similarmente com o trabalho de Aleixo et al. (2013), onde estudaram o pólen coletado em atividades de forrageamento por uma abelha sem ferrão, 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 sobre o uso de recursos florais por meliponíneos 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.

Conclusão

Com base nesses resultados, cinco tipos polínicos, sendo esses: *Anadenanthera peregrina*, *Astronium*, *Copaifera martii*, *Didymopanax*, *Eugenia*, *Euphorbia*, *Myrcia* e *Spondias mombin*, foram responsáveis pela constituição da maior parte do espectro polínico da maioria das amostras analisadas, indicando-se assim essa assembleia polínica como característica do mel da abelha *Scaptotrigona nigrohirta* na região da reserva extrativista.

Além disso, podemos verificar que os tipos polínicos mais coletados *S. nigrohirta* são importantes para as abelhas sem ferrão, pois fornecem recursos alimentares para e alguns dos tipos são considerados aqui como espécies-chave para a manutenção dessas abelhas na composição do pasto da meliponicultura. Foi considerado que as abelhas *S. nigrohirta* tem tendência a se comportar como generalistas, compartilhando esses recursos em diferentes ambientes.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. RRF agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado e ao ICMBio pelas autorizações de acesso a reserva para o desenvolvimento da pesquisa.

Financiamento

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) sob Concessão [número 132298/2020-1].

Declaração de divulgação

Os autores informam que não há interesses conflitantes a declarar.

Referências

- Absy M, Rech AR, Ferreira MG. Pollen Collected By Stingless Bees: A Contribution To Understanding Amazonian Biodiversity. *In: Vit P, Pedro, S. R. M; Roubik, D. Editors. Pot-Pollen In Stingless Bee Melittology. 1st Ed. Berlim (GER): Springer International Publishing, 2018, P. 29-46.*
- Marques-Souza AC, Miranda IPA, Moura CO, Rabelo A, Barbosa EM. Características morfológicas e bioquímicas do pólen coletado por cinco espécies de Meliponíneos da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 2, p. 217- 229, 2002.
- Rech AR, Absy, M. L. Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. **Grana**, v. 50, n. 2, p.150-161, 2011.
- Parks DH, Beiko RG. Medindo similaridade de comunidades com redes filogenéticas. **Biologia molecular e evolução**, v. 29, n. 12, pág. 3947-3958, 2012.
- Marques-Souza AC. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 26, p. 77-86, 1996.
- Absy ML, Camargo JMF, Kerr WE, Miranda IPA. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera, Apoidea), para coleta de pólen na região do médio Amazonas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, p. 227–237, 1984.
- Freitas BD, Guimarães-Brasil MO. Principais recursos florais para as abelhas da caatinga. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 149-149, 2018.
- Aleixo KP, Biral LF, Imperatriz-Fonseca VF, Garófalo CA, Silva CI. Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepeletier) (Hymenoptera: Apidae) in an urban landscape. **Sociobiology**, v. 60, p. 266-276, 2013. DOI 10.13102/sociobiology.v60i3.266-276
- Barth OM, Luz CFP. Melissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, Inglaterra, v. 37, n. 3, p. 155-163, 1998.

- Barth OM. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxor, 1989, p. 150.
- Barth OM. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 61:3423–50, 2004.
- Barth OM. O pólen em méis monoflorais do Brasil. *O Apiário*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 141, p. 50-52, 1990b.
- Barth OM. Pollen in monofloral honeys from Brazil. **Journal of Apicultural Research**, Inglaterra, v. 29, n. 2, p. 89-94, 1990c.
- Borges LA., Machado IC, Lopes AV. Bee pollination and evidence of substitutive nectary in *Anadenanthera colubrina* (Leguminosae-Mimosoideae). **Arthropod-Plant Interactions**, v. 11, n. 3, p. 263-271, 2017.
- Camargo JMF, Pedro SRM. Notas sobre a bionomia de *Trichotrigona extranea* Camargo & Moure (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 72-81, 2007.
- Carreira LMM, Jardim MAG, Moura CO, Pontes MAO. Marques RV. Análise polínica nos méis de alguns municípios do Estado do Pará. I. **Anais [...]**. 1º Simpósio do Trópico úmido, Belém, Pará, 1984, v. 2, p. 79-84, 1986.
- Costa AS, Lameira OA. Avaliação do comportamento fenológico da *Copaifera martii* (Hayne) com dados climáticos em Floresta Secundária. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, pág. e41810917973-e41810917973, 2021.
- Costa L. Guia fotográfico de identificação de abelhas sem ferrão, para resgate em áreas de supressão floresta. / Luciano Costa. – Belém, PA: Instituto Tecnológico Vale (ITV), 2019, p. 99.
- Ebeling AAM, Klein J, Schumacher WW. Weisser & T. Tschardt. How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? *Oikos* 117: 1808–1815, 2008.
- Engel MSF. Dingemans-Bakels. 1980. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). *Apidologie* 11: 341–350
- Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Stockholm: Almqvist and Wiksell, 1952, 539 p.

- Faria LB, Aleixo KP, Garófalo CA, Imperatriz-Fonseca VI, Silva CI. Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche* (New York), 2012.
- Fonseca RR, Novais JS, Suemitsu C, Abreu VHR. Catalogando a palinoteca da Universidade Federal do Oeste do Pará como fonte de dados para estudos em palinologia. **Paubrasilia**, v. 3, n. 2, p. 51-61, 2020.
- Forzza RC, Leitman PM, Costa A, Carvalho Jr AAD, Peixoto AL, Walter BMT, Souza VC. (2010). *Catálogo de plantas e fungos do Brasil-Vol. 2*. JBRJ.
- Imperatriz-Fonseca VI, Kleinert-Giovannini A, Cortopassi-Laurino M, Ramalho M. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula* Leitam Latreille (Apidae, Meliponinae). *Bol Zool Univ., São Paulo* 8:115-131, 1984.
- Iwana S, Melhem TS. O espectro polínico do mel de *Tetragonisca Angustula* La Criele (Apidae, Mellipolinea). **Apidologie**, v. 10, n. 3, pág. 275, 1969.
- Joosten H, Klerk P. What's in a name some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. **Review Palaeobotany and Palynology**, n. 122, p. 29-45, 2002.
- Kerr WE, Absy ML, Marques-Souza AC. Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae) no Maranhão. **Acta Amazonica**, v.16 e 17, p.145-156, 1986.
- Kerr WE, Carvalho GA, Nascimento VA. Abelha Uruçú: biologia, manejo e conservação. Belo Horizonte: **Liber Uruçu**, 1996, 114 p.
- Kerr WE, Sakagami SF; Zucchi R, Araújo PV, Camargo JMF. Observações sobre a arquitetura dos ninhos e comportamento de algumas espécies de abelhas sem ferrão das vizinhanças de Manaus, Amazonas (Hymenoptera, Apoidea). *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica 5* (zoologia), p. 255-309, 1987.
- Kerr WE. A importância da meliponicultura para o país. **Biotecnologia, ciência e desenvolvimento**, v. 1, n. 3, p. 42-44, 1997.
- Kisser J. Bemerkungen zur Einbeziehung in Glycerin gelatin. *Z. Wiss. Mikr.* 1935, 51 p. (in German).
- Klerk P, Joosten H. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and Scientific freedom. **Quaternary Science Journal**, v. 56, p. 162-171, 2007.

- Louveaux J, Maurizio A, VorwohL G. Methods of melissopalynology. **Bee world**, v. 59, n. 4, p. 139-157, 1978.
- Luz CFP. *et al.* Comparative floral preferences in nectar and pollen foraging by *Scaptotrigona postica* (Latreille 1807) in two different biomes in São Paulo (Brazil). **Grana**, v. 58, n. 3, p. 200-226, 2019.
- Marques-Souza AC. 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**. [online]. v. 24, n. 2, p. 558-566, 2010. DOI 10.1590/S0102-33062010000200024.
- Michener CD. Os meliponinos. In: **Pote-mel**. Springer, Nova York, NY, 2013. p. 3-17.
- Morgado LN, Andrade RC, Lorenzon MC, Gonçalves-Esteves V. Padrão polínico utilizado por *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Meliponina). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 932-934, 2011.
- Nadia TL, Machado IC, Lopes AV. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 89-100, 2007.
- Oliveira FPM, Absy ML, Miranda IS. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus- Amazonas. **Acta Amazônica**. v. 39, p. 505-518, 2009.
- Oliveira NA, Amaral IL. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, p. 21-34, 2004.
- Oliveira TLS, Morais SR, Sá S, Oliveira MG, Florentino IF, Silva DM, Paula JR. Antinociceptive, anti-inflammatory and anxiolytic-like effects of the ethanolic extract, fractions and Hibalactone isolated from *Hydrocotyle umbellata* L. (Acariçoba) – Araliaceae. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 95, p. 837-846, 2017.
- Pielou EC. *Mathematical ecology*. New York (NY): John Wiley & Sons. 1977.
- Pimentel ADA, Absy MI, Rech AR, Abreu VHR. Fontes de pólen utilizadas por abelhas *Frieseomelitta* Ihering 1912 (hymenoptera: apidae: meliponini) ao longo do curso do Rio Negro, Amazonas, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 34, p. 371-383, 2020.

- Pimentel ADA, Absy ML, Rech AR, Abreu VHR. Polliniferous flora foraged by *Melipona* bees along the Rio Negro in the Brazilian Amazon, Grana, 2021. DOI 10.1080/00173134.2021.1882555
- Ramalho M. Foraging by stingless bees of the genus, *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). **Journal of Apicultural Research**. v. 29, n. 2, p. 61-67, 1990.
- Ramalho MA, Kleinert-Giovannini, Imperatriz-Fonseca VI. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie**, v. 21, p. 469-488, 1990.
- Ramalho MA, Kleinert-Giovannini, Imperatriz-Fonseca VL. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponina): floral preferences. **Apidologie**, v. 20, p. 185-195, 1989.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG, Marinho HA. Honey botanical origin of stingless bees (Apidae Meliponini) in the Nova América community of the Sateré Mawé indigenous tribe, Amazon, Brazil, **Grana**, v. 59, n. 4, p. 304-318, 2020. DOI 10.1080/00173134.2020.1724323.
- Rezende ACC, Absy ML, Ferreira MG. Pollen niche of *Melipona dubia*, *Melipona seminigra* and *Scaptotrigona* sp. (Apidae: Meliponini) kept in indigenous communities of the Sateré Mawé Tribe, Amazonas, Brazil, **Journal of Apicultural Research**, 2021. DOI <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1861755>.
- Salgado-Labouriau ML. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados**. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1973. 293 p.
- Santos CFO. Avaliação 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 [...]**. ESALQ, v. 21, p. 253-264, 1964.
- Santos RA. Desempenho reprodutivo de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Leguminosae) em remanescentes do cerrado do estado de São Paulo. 2013.
- Shannon, CE, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Illinois (IL): University of Illinois Press, 1949.
- Souza RR, Abreu VHR Novais JS, Pimentel ADA, Nogueira LL. A meliponicultura em comunidades da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará. **Cadernos Agroecológicos**, v. 13, p. 1-7, 2018.

Souza RR, Abreu VHR, Novais JS. Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. **Palynology**, v. 43, p. 1-11, 2018.

Souza RR, Pimentel AAD, Nogueira LL, Abreu HRV; Novais JS. Palynoflora exploited by *Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854) (Apinae: Meliponini) in protected areas from the Brazilian Amazon basin. **Journal of Apicultural Research**, v. 60, p. 1-16, 2021. DOI 10.1080/00218839.2021.1889824.

Souza RR, Pimentel ADA, Nogueira LL, Abreu VHR, Novais JS. Resources collected by two *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) species based on pollen spectrum of honeys from the Amazon basin. **Sociobiology**, v. 67, p. 268-280, 2020.

Teixeira AFR, Oliveira FF, Viana BF. Utilização de recursos florais por abelhas do Gênero *Frieseomelitta* von Ihering (Hymenoptera: Apidae). **Entomologia Neotropical**, v. 36, p. 675-684, 2007.

Villas-Bôas, J. Manual tecnológico: mel de abelhas sem ferrão. 2012.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Pode-se concluir que os resultados obtidos em ambos os capítulos puderam contribuir para o conhecimento do espectro polínico da região, representado pelos tipos polínicos identificados, sendo os mais frequentes e consideradas mais importantes para *Scaptotrigona nigrohirta* os grãos de pólen de *Anadenanthera peregrina*, *Astronium*, *Copaifera martii*, *Didymopanax*, *Eugenia*, *Euphorbia*, *Myrcia* e *Spondias mombin* da área da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, uma vez que esses dados podem subsidiar futuros projetos de conservação da biodiversidade da flora e fauna local, além de agregar informações associadas ao conhecimento das relações ecológicas, servindo de modelo para outras Unidades de Conservação no país, principalmente sobre a meliponicultura.

Ademais, foram identificadas ao todo 33 tipos polínicos, sendo 11 tipos identificados ao nível de espécie, todos os tipos pertencentes ao total de 15 famílias botânicas, todos encontrados no território da RSEX Tapajós-Arapiuns, indicando uma região com um pasto meliponícola diversificado. Além disso, esses grãos de pólen podem ser associados a dieta das abelhas e também a demais estudos com a própolis e geoprópolis, produtos esses elaborados pelas abelhas, associados à interação com visitantes florais e das flores, pode indicar a importância dessas espécies enquanto a atração a essas abelhas, fortalecendo relações ecológicas que geram a estabilidade ecossistêmica e a preservação ambiental.

ANEXO 1

Normas de formatação dos artigos:

Capítulo 1 - *Palynology*

Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=tpal20>

Type or paste the title of your article here

Author Names

Department, University, City, Country

Provide full correspondence details here including e-mail for the corresponding author

Provide short biographical notes on all contributors here if the journal requires them.

Type or paste your abstract here as prescribed by the journal's instructions for authors.

Type or paste your abstract here as prescribed by the journal's instructions for authors.

Type or paste your abstract here as prescribed by the journal's instructions for authors.

Type or paste your abstract here.

Keywords: word; another word; lower case except names

Subject classification codes: include these here if the journal requires them

Heading 1: use this style for level one headings

ANEXO 2

Capítulo 2 - *Grana* (Taylor & Francis Word Template for journal articles)

Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=sgra20>

Manuscript preparation

1. General guidelines

- *Grana* publishes research papers in two categories: ‘Original Articles’ and ‘Short Communications’ (preliminary reports of special interest that are given expedited publication). Occasionally ‘Book Reviews’ will also be printed, and editors will commission ‘Review Articles’. *Grana* also publishes contributions to the European Pollen Database (EPDB) at irregular intervals.
- Manuscripts are accepted in English. British English spelling and punctuation are preferred. Please use single quotation marks, except where ‘a quotation is “within” a quotation’. Long quotations of 40 words or more should be indented without quotation marks.
- Manuscripts should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text; acknowledgements; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list).
- [Abstracts](#) not exceeding 250 words are required for all manuscripts submitted.
- Each manuscript should have 3 to 10 [keywords](#).
- Search engine optimization (SEO) is a means of making your article more visible to anyone who might be looking for it. Please consult our guidance [here](#).
- Section headings should be concise.
- Please ensure all listed authors meet the [Taylor & Francis authorship criteria](#). All authors of a manuscript should include their full names, affiliations, postal addresses, telephone numbers and email addresses on the cover page of the manuscript. One author should be identified as the corresponding author. Please give the affiliation where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after the manuscript is accepted. Please note that the email address of the corresponding author will normally be displayed in the article PDF (depending on the journal style) and the online article.
- All persons who have a reasonable claim to authorship must be named in the manuscript as co-authors; the corresponding author must be authorized by all co-authors to act as an agent on their behalf in all matters pertaining to publication of the manuscript, and the order of names should be agreed by all authors.
- Biographical notes on contributors are not required for this journal.

- Please supply all details required by any funding and grant-awarding bodies as an Acknowledgement on the title page of the manuscript, in a separate paragraph, as follows:
 - *For single agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx]."
 - *For multiple agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency 1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency 2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency 3] under Grant [number xxxx]."
- Authors must also incorporate a [Disclosure Statement](#). This is to acknowledge any financial or non-financial interest that has arisen from the direct applications of your research. If there are no relevant competing interests to declare please state this within the article, for example: *The authors report there are no competing interests to declare.* See [Further guidance](#) on what is a conflict of interest and how to disclose it.
- For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms must not be used.
- Authors must adhere to [SI units](#). Units are not italicised.
- When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or TM.

2. Style guidelines

Main text

Organise the paper: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, Specimens investigated, and References.

Papers should be consistently written in British English following the conventions of the Oxford English Dictionary. All text should be formatted as it is to appear in the journal (i.e., italicised text to be *italicised* and bold to be in **bold**). Note that in italicised headings words that would normally be in italics (e.g., names of genera and lower ranked taxa) should be in non-italic font.

Please note: While ‘Original Articles’ in *Grana* have no length and size limit, ‘European Pollen Data Base (EPDB)’ contributions are standardised reports and should fit on three pages including the pollen diagram. Therefore, EPDB contributions should not exceed 8000 characters including spaces. Please consider the latest issue of the journal to adopt the standardised style of EPDB contributions.

Spell out: all numbers from one to ten inclusively, any number that begins a sentence, generic names that begin sentences, generic names when mentioned the first time in a paragraph, and compass points (i.e., north-east not NE).

Use the en-dash (–) when giving ranges of e.g., size, measurements, pages, geological stages, years, figure references, etc. (i.e., 4–7 µm, p. 56–59, Triassic–Jurassic, 1959–1963, Figure 3A–B, etc.), but use a hyphen (-) in compound words (e.g., north-east, well-preserved, self-pollination, S-haplotype).

Abbreviations and symbols should conform to those in *Biological Abstracts*. SI units (Système International d’Unités) should be used throughout (see <http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>).

Authorities for species should either be given the first time the name is mentioned in the text or alternatively ‘Specimens investigated’ lists can be used to cite the authorities of species.

Scientific names of genera and taxa of lower rank must be in *italics*. Scientific names of genera and species should follow the International Plant Names Index, IPNI

(see <http://ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>) for plants and the Index Fungorum

(see <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>) for fungi.

Contributors to *Grana* are recommended to use the **palynological terms** adopted by the International Federation of Palynological Societies (IFPS), ‘Glossary of Pollen and Spore Terminology’ (Punt et al., 2007; doi:10.1016/j.revpalbo.2006.06.008) or ‘Pollen Terminology – An illustrated handbook’ (Hesse et al. 2009).

Note the difference between **contractions and abbreviations!** Abbreviations are words that are shortened by deletion of letters including the last letter and should end in a full stop.

Contractions are words shortened by the deletion of letters excluding the last letter of the word and should not terminate in a full stop. For example, ‘figures’ is contracted to ‘figs’ but ‘figure’ is abbreviated to ‘fig’. This also should be observed in reference lists: please note the difference between one editor, (Ed.), and two or more, (Eds).

Please further note that the **first paragraph after any main heading is not indented** but all subsequent paragraphs in the section are indented.

Headings

Three orders of heading are available. Pay particular attention to the formatting given:

1. **Results**
2. *Description of pollen grains*

3. *Exine structure*. — This heading is followed by a period, an em-dash and text on the same line (as shown here).

Title

The title should be: 1) concise and informative (short subtitles are encouraged), 2) be in bold with no caps except after the colon in a compound title, 3) include a short running headline of no more than 40 characters incl. spaces.

Author names and affiliations

Complete author names should be given here in full capitals, author affiliations are indicated by superscript numbers if more than one. Author affiliations are given in the next line in an abbreviated format (Institute, City, Country, but no e-mail address here) in regular italic font. The full correspondence address (including the e-mail address) is given below the base line of the cover page, including full postal details. Please see recent issues for the correct format.

Abstract & keywords

A short abstract not exceeding 250 words should appear directly below the affiliations. The abstract must be clear and concise and should distil in brief the important findings of the study. It should not be a summary of the paper.

Where the paper describes new taxa these should also be included.

Keywords: Three to ten keywords are required for each submission. These should not include words mentioned in the title.

Introduction

Begin the introduction on a new page. This section should be concise but provide the reader with enough up to date background information to understand the problems raised and discussed in the paper. Do not include any results in this section. This section should have no heading.

Materials and methods

This section should outline in enough detail the nature of the material and the methods used so another researcher could repeat them. Do not include any results in this section.

Results

Primary data and observations that form the basis for the Discussion that follows should be included in this section. Avoid the use of statements such as “Table I shows ...” or “... as shown in Figure 1” or “In Table I ...”. Acceptable usage is a statement or sentence followed by the relevant reference in parentheses (Figure 1, Table I).

Note that Figure, Table and Appendix are spelt out in full and are neither abbreviated (i.e., fig. tab., app.) nor contracted (i.e. figs, tabs, apps).

Discussion

This section should provide an interpretation of the results and should not contain any additional primary results or data.

Conclusions

Please include a separate Conclusion outlining the importance of the work and the main findings.

Acknowledgements

Should be inserted after the Conclusions. When acknowledging individual persons, always give affiliation, city, country; avoid titles.

Specimens investigated

Where necessary a list of specimens examined can be included here. As a guide format them in the following manner:

Taxon, Authority(ies). Country: Province etc., Sampling site. Collector(s), Date. Collection: Name, No, Herbarium (Official acronym/No.).

New taxa should appear in bold. Please consult the latest issue of the journal for style.

References in text

The references should be cited in the text as, Kuprianova (1973a) or where referring to particular text or figures as "... with short colpi spirally arranged (Dessein et al. 1978, figures 55, 56)" or "... distant transport of grass inconsiderable (Hyde & Williams 1945, p. 95)".

When referring to a figure from another paper, do not capitalise the word 'figure'; this will help distinguish between the figures you are referring to and the Figures in your own paper.

References with three or more authors should be abbreviated to first author et al. (not italicised and with a period after the 'al.')

Note that the authors are not separated from the year by a comma, and that they should appear in chronological order. Where multiple papers are cited the papers should be separated by semicolons (e.g., Cantrill 1995, 1996; Friis et al. 2002a; Poole et al. 2005).

In the case of authors of plant taxa: *Sida ammophila* F. Muell. 1967. Authority names of plant taxa (genera and species) should follow The International Plant Names Index, IPNI (www.ipni.org/). Standard abbreviation of author names may be used; in case of two or more authors, use the Latin 'et'.

In referring to personal communications please follow this style (C. Darwin, pers. comm., 13 January 2014).

Note the usage of ‘and’ versus the ampersand (‘&’) and Latin ‘et’ so that in a sentence Hyde **and** Williams (1945), in parentheses (Hyde **&** Williams 1945), but in a plant authority (Hyde **et** Williams 1945).