

Instituto Tecnológico Vale
Mestrado Profissional
Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais

LUIZA DE ARAÚJO ROMEIRO

**FONTES DE RECURSOS ALIMENTARES PARA ABELHAS
COMO ESTRÁTEGIA DE CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE DO SUDESTE DA AMAZÔNIA,
FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS**

Belém / PA
2021

Instituto Tecnológico Vale
Mestrado Profissional
Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais

LUIZA DE ARAÚJO ROMEIRO

**FONTES DE RECURSOS ALIMENTARES PARA ABELHAS COMO
ESTRÁTEGIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO
SUDESTE DA AMAZÔNIA, FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS**

Dissertação apresentada como requisito final para obtenção do título de Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais, área de Ciências Ambientais, do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV).

Orientadora: Tereza Cristina Giannini, Dra.
Co-orientador: José Tasso Felix Guimarães, Dr.

Belém / PA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586 Silva, Rosa de Nazaré Paes da
O nível de organização do mercado da pecuária bovina em comunidades do território adjacente a Mina, Estrada de Ferro e Porto – PA e MA. / Rosa de Nazaré Paes da Silva, - Belém: ITV, 2020.

25 p.: il.

Relatório Técnico (Instituto Tecnológico Vale) – 2020
PROD.TEC.ITV.DS – N000/2020
DOI 10.29223/PROD.TEC.ITV.DS.2020.00.Silva

1. Meteorologia. 2. Climatologia. 3. Métodos de previsão - médio prazo. 4. Padrões atmosféricos. I. Título

CDD 23. ed. 622.752098115

LUIZA DE ARAÚJO ROMEIRO

**FONTES DE RECURSOS ALIMENTARES PARA ABELHAS COMO
ESTRATÉGIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO
SUDESTE DA AMAZÔNIA, FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS**

Dissertação apresentada como requisito final para obtenção do título de Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais, área de Ciências Ambientais, do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV).

Data da aprovação:

Banca examinadora:

Tereza Cristina Giannini
Orientadora – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

José Tasso Felix Guimarães
Orientadora – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Cecilio Frois Caldeira Jr
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

William de Oliveira Sabino
Membro externo – Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado à oportunidade de chegar até aqui, por ter derramado a sua graça e seu amor em todos os dias da minha vida. Que a sua infinita bondade me faz ser capaz de alcançar lugares altos.

Aos meus Pais, Cleide e Henry, por quem eu tenho total gratidão por tudo que eles fizeram para eu realizar mais um sonho, por todo o apoio e amor. Vocês são meus exemplos de vida, minha base que me mantem de pé para nunca desistir. Tudo é por vocês! A minha irmã, Luana que sempre foi uma das minhas maiores incentivadoras, a pessoa que nunca mediu esforços para me ajudar, eu te amo mana! Ao meu Prinhado Jhon que hoje é como um irmão pra mim e sempre me incentiva a continuar essa caminhada acadêmica

Ao meu sobrinho Arthur, que se tornou mais um motivo para eu não desistir dos meus sonhos, e querer me tornar uma pessoa melhor a cada dia. Eu te amo thuthuco!

A todos da minha família que sempre depositaram em mim total confiança, que nunca me abandonaram e que nos momentos mais difíceis estão comigo. Minha total gratidão aos meus Avós Landry e Dica pelo amor e cuidado de todos os dias, e por me ensinarem muito sobre determinação e coragem. Em especial minha avó Osmarina Romeiro, que foi um grande exemplo de Mulher, que sempre me incentivou e se orgulhou de mim, infelizmente não vai estar aqui para mais uma etapa vencida. Descanse em paz vizinha!

Aos meus velhos e novos amigos, que me proporcionaram momentos inesquecíveis e lembranças eternas. Vocês foram essenciais para que a caminhada fosse mais leve e cheia de risadas e amor. E alguns amigos que fizeram parte diretamente dessa realização no qual eu sou muito grata: Amanda, Wilson, Edilson, Mariana, Karen, Beatriz, Lucas e Camila.

Em especial minha amiga Marcelly que tem sido meu maior exemplo de superação e resiliência, na qual eu tenho me inspirado, mas principalmente por sempre estar ao meu lado sonhando junto!

Ao meu namorado, Matheus Pereira, que foi minha dose de equilíbrio e tranquilidade, meu parceiro de compartilhar as aflições e alegrias, um amor singular.

Sempre me ajudou e esteve alí para me escutar e aguentou maior parte do meu estresse, eu te amo muito!

A minha orientadora Tereza Giannini, que sempre esteve disposta a me ajudar e me ensinar, um grande exemplo de profissional;

Ao meu Co-Orientador e amigo Tasso Guimarães, por todo conhecimento repassado nesses 6 anos. Eu agradeço a confiança, a orientação e a amizade.

A Dra. Léa Carrera pelo conhecimento compartilhado, assim como boas risadas que eternizaram momentos.

A pesquisadora Cláudia Inês pela troca de ideias e sugestões ao meu projeto de pesquisa, assim como todos os treinamentos e cursos que acrescentaram muito a minha vida profissional.

Vocês são minhas inspirações como pessoa e pesquisadores!

Agradeço também a Orlando Tobias do Museu Paraense Emílio Goeldi, Fernando Silveira, Kirsten Lica Follmann Haseyama e Alessandro Lima da Universidade Federal de Minas Gerais pelo acesso às coleções entomológicas. Agradeço também a Rafael Cabral Borges, José Eustáquio dos Santos Júnior e Fabrícia Souza Paz pelo auxílio na coleta de amostras.

E por fim, ao Instituto tecnológico Vale que dispôs de uma ótima estrutura e excelentes profissionais para a realização do meu trabalho.

RESUMO

A amplitude do nicho trófico pode ser analisada de maneira indireta através da análise das cargas polínicas transportadas pelas abelhas, como forma de estimar o espectro de fontes florais visitadas pelas mesmas. Conhecer a amplitude do nicho trófico permite compreender a área de forrageamento, e isto é fundamental para o planejamento de estratégias de conservação das abelhas e das plantas nativas e cultivadas que dependem dos seus serviços de polinização. Este estudo tem como objetivo obter informações sobre o nicho trófico das abelhas coletadas na Floresta Nacional de Carajás e áreas adjacentes, por meio de análise da carga polínica de abelhas depositadas nas coleções entomológicas. As amostras de cargas polínicas foram coletadas em abelhas depositadas em duas coleções entomológicas. Essas duas coleções foram escolhidas por abrigarem espécimes de abelhas coletados no passado na Floresta Nacional de Carajás, e nos municípios adjacentes (Abel Figueredo, Água Azul do Norte, Canãa de Carajás, Marabá, Ourilândia do Norte e Parauapebas). As amostras provenientes do corpo das abelhas foram preparadas conforme o método de acetólise de Erdtman. Posteriormente, foi realizada a contagem de 400 grãos de pólen, medidos e microfotografados utilizando microscópio ZEISS Axio Imager M2. O material polínico identificado, nas 72 amostras de abelhas, foi constituído por 81 tipos polínicos, distribuídos em 27 famílias, 54 gêneros, 45 espécies e três tipos indeterminados. As famílias mais representativas foram Fabaceae (34), Malpighiaceae (28), Solanaceae (17), Melastomataceae (16), Asteraceae (7), Euphorbiaceae (7), Lythraceae (7) e Myrtaceae (4). A amplitude do nicho, dada pelo índice de Shannon (H'), indicou que *Centris* é o gênero que possui uma coleta mais extensa e diversificada quando comparada as demais espécies estudadas. Enfatiza-se com esse trabalho a importância das espécies vegetais que compõem a dieta das abelhas como um importante subsídio para estratégias de manejo, conservação e restauração.

Palavras-chave: Grãos-de-pólen. Amplitude. Nicho trófico.

ABSTRACT

The amplitude of the trophic niche can be analyzed indirectly through the analysis of pollen loads carried by bees, as a way of estimating the spectrum of floral sources visited by them. Knowing the breadth of the trophic niche makes it possible to understand the foraging area, and this is essential for planning conservation strategies for bees and native and cultivated plants that depend on their pollination services. This study aims to obtain information on the trophic niche of bees collected in the Carajás National Forest and adjacent areas, by analyzing the pollen load of bees deposited in entomological collections. Samples of pollen loads were collected from bees deposited in two entomological collections. These two collections were chosen because they house specimens of bees collected in the past in the Carajás National Forest, and in the adjacent municipalities (Abel Figueredo, Água Azul do Norte, Canãa de Carajás, Marabá, Ourilândia do Norte and Parauapebas). The samples from the bees' bodies were prepared according to Erdtman's acetolysis method. Subsequently, 400 pollen grains were counted, measured and microphotographed using a ZEISS Axio Imager M2 microscope. The pollen material identified in the 72 bee samples was constituted by 81 pollen types, distributed in 27 families, 54 genera, 45 species and three indeterminate types. The most representative families were Fabaceae (34), Malpighiaceae (28), Solanaceae (17), Melastomataceae (16), Asteraceae (7), Euphorbiaceae (7), Lythraceae (7) and Myrtaceae (4). The amplitude of the niche, given by the Shannon index (H'), indicated that *Centris* is the genus that has a more extensive and diversified collection when compared to the other studied species. This work emphasizes the importance of plant species that make up the bee's diet as an important subsidy for management, conservation and restoration strategies.

Keywords: Pollen grains. Breadth. Trophic niche.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de localização da área de estudo, Sudeste do Pará	15
Figura 2 -	Exemplo de espécime de abelha com grãos de pólen aderidos a perna traseira	16
Figura 3 -	Distribuição amostral das abelhas coletadas	18
Figura 4 -	Classes de abundância do pólen presente nas amostras	21
Tabela 1 -	Espécies com maiores valores do Índice de Shannon (H').	22
Tabela 2 -	Espécies com maiores valores do Índice de Equitatividade (J').	23
Figura 5 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	24
Figura 6 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	25
Figura 7 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	26
Figura 8 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	27
Figura 9 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	28
Figura 10 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	29
Figura 11 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	30
Figura 12 -	Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás	31

SUMÁRIO

	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	09
1	INTRODUÇÃO	10
2	MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1	ARÉA DAS AMOSTRAS	14
2.2	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	15
2.3	MÉTODO DE PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS POLÍNICAS	16
2.4	MONTAGEM DE LÂMINAS	16
2.5	CONTAGEM DOS TIPOS POLÍNICOS E FOTOMICROGRAFIAS	17
2.6	ANÁLISE DE DADOS	17
3	RESULTADOS	17
3.1	TIPOS POLÍNICOS E CLASSES DE ABUNDÂNCIA	17
3.2	AMPLITUDE DO NICHOS TRÓFICO E ÍNDICE DE EQUITATIVIDADE	22
4	DISCUSSÃO	32
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39
	APÊNDICE	50

ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho encontra-se organizado sob a forma de relatório técnico, como disposto no Regulamento Interno do Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do ITV DS.

RELATÓRIO TÉCNICO:

Fontes de recursos alimentares para abelhas como estratégia de conservação da biodiversidade do sudeste da Amazônia, Floresta Nacional de Carajás

Sob autoria de

Luiza de Araújo Romeiro, Edilson Freitas da Silva, Rafael Cabral Borges, José Tasso Felix Guimarães e Tereza Cristina Giannini

PROD.TEC.ITV.DS. / N001/2021
DOI 10.29223/PROD.TEC.ITV.DS.2021.01.Romeiro

Belém / PA
Janeiro / 2021

1 INTRODUÇÃO

As abelhas possuem grande diversidade e exibem diferentes graus de socialidade, desde solitárias até eussociais (IMPERATRIZ-FONSECA, 2010). É fundamental o papel ecológico destes insetos na manutenção da biodiversidade da fauna e flora, pois os mesmos interagem com diversas espécies de plantas (OLLERTON et al. 2011; SÁ; PRATO, 2007). Durante estas visitas às flores, as abelhas coletam diferentes recursos alimentares, como néctar, pólen e óleos, dos quais obtêm nutrientes necessários para seu crescimento, além de outros recursos utilizados na construção de ninhos, como a resina e também os óleos florais. É também durante as visitas às flores que as abelhas promovem a polinização cruzada (MENDES; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2011; RIBEIRO; RÊGO; MACHADO, 2008).

A polinização realizada por abelhas é destaque em diversos debates, e tem sido tema de estudo em diversos centros de pesquisas ao redor do globo. Esse reconhecimento está relacionado com a preocupação com a escassez dos agentes polinizadores, pois a formação de frutos, na grande maioria das espécies vegetais, depende da eficiência da sua polinização (D'ÁVILA; MARCHINI, 2005). Vale ressaltar, que dentre os vários possíveis agentes polinizadores, os insetos (destacando-se as abelhas), possuem maior eficiência nesse processo, por sua melhor adaptação às, muitas vezes, complexas estruturas florais (NOGUEIRA-COUTO; PEREIRA; COSTA, 1990). Esse serviço de polinização é importante, uma vez que ele é essencial para a manutenção da diversidade do ecossistema e para a garantia do fornecimento diversificado de frutos, sementes, mel, entre outros. A polinização consiste em um tipo de interação ecológica que fornece muitos benefícios aos seres humanos, já que um terço da produção agrícola depende da polinização animal. (COSTANZA et al. 2017; IPBES, 2016; KREMEN et al. 2007; POTTS et al. 2010).

As interações entre plantas e insetos apresentam uma forte dinâmica temporal, pois a abundância relativa de espécies e seus padrões de interação mudam (BALDOCK et al. 2011; MEDAN et al. 2006; OLESEN et al. 2008; PETANIDOU et al. 2008). De acordo com Aubin et al. (2008) e Aleixo et al. (2014), elas variam ao longo da ocorrência das espécies, sofrendo efeito, por exemplo, de sombreamento, nas condições do vento, ou de forma indireta, através de alterações na quantidade e qualidade dos recursos disponíveis para os visitantes florais. Essa

disponibilidade pode ser avaliada por meio de duas perspectivas: a primeira, com foco na distribuição espacial dos recursos florais, considerando a estratificação vertical (SILVA et al., 2012) e a segunda com ênfase na distribuição temporal dos recursos, levando em consideração o monitoramento da fenologia da floração (SMITH et al. 2012). A identificação das espécies interagentes se beneficia de observações das espécies vegetais durante o período de florescimento, visando observar a visita das abelhas nas flores (FREITAS; SILVA, 2006). Porém, florestas com alto dossel, como a Amazônica, apresentam um desafio suplementar, pois a coleta de insetos nas flores é mais difícil; assim, poucos dados sobre interação planta-inseto nas florestas amazônicas estão disponíveis na literatura.

Todavia, a amplitude do nicho trófico pode ser analisada de maneira indireta através da análise das cargas polínicas transportadas pelas abelhas, como forma de estimar o espectro de fontes florais visitadas pelas mesmas (RAMALHO et al. 1991, IMPERATRIZ-FONSECA et al. 1993; OSPINA-TORRES et al. 2015; ROCHA-FILHO et al. 2012; SILVA et al. 2012). A composição das cargas polínicas é uma evidência do hábito de forrageamento das espécies de abelhas; assim, a análise dos tipos polínicos encontrados nas corbículas e/ou escopas dessas abelhas é um indicativo das fontes de pólen utilizadas por elas (WITTMANN; SCHLINDWEIN, 1995; OLIVEIRA et al. 2009; FERREIRA; ABSY 2015). Entretanto, ainda se torna um grande desafio essa análise, pois uma robusta coleção de pólen de referência pode não ser suficiente para adquirir uma identificação satisfatória do pólen. É necessário também ter amostras polínicas bem preparadas para facilitar na observação das características dos grãos de pólen (ABSY; RECH; FERREIRA, 2018).

A análise de grãos de pólen torna-se possível por serem revestidos por uma camada resistente, a exina, que é constituída por esporopolenina, substância que confere resistência contra dessecação e ataque de patógenos e ácidos fortes (BRADLEY, 1999; BROWN; LEMMON, 1984; OLESEN; MOGENSEN, 1978). Assim, métodos de preparação de lâminas para microscópio foram desenvolvidos para que o interior do grão de pólen fosse destruído, e a exina pudesse ser mais facilmente observada em microscópio, o que facilita a identificação da espécie vegetal da qual o grão de pólen é oriundo. O método desenvolvido para esse fim é chamado de acetólise (ERDTMAN, 1952). Apesar de métodos de preparação de

grão de pólen a fresco serem também utilizados, a acetólise é uma técnica bastante empregada para esse tipo de análise.

Os atributos que tornam os grãos de pólen parâmetros precisos para estudos estão relacionados com as suas variações morfológicas que mostram elevados níveis de consistência dentro de cada espécie. Estas características não estão sujeitas a influências externas, tornando-as estáveis e de grande importância para a identificação das espécies (ARORA; MODI, 2008; BLACKMORE, 2007). Entretanto, determinar a qual espécie de planta pertence um determinado grão de pólen é um desafio, já que estudos para esse fim são relativamente raros no Brasil (SANTOS et al. 2006; SILVA et al., 2012), um país mega diverso em termos da flora. Devido a isso, as plataformas online como a Rede de Catálogos Polínicos online (RCPol) consistem em um grande avanço para a ciência, onde são disponibilizadas chaves interativas baseadas em descrições morfológicas das flores e dos grãos de pólen para identificar as espécies de plantas (SILVA et al. 2012).

Recursos extraídos de coleções biológicas podem ajudar nos estudos de interações. Tais coleções possuem como função representar a diversidade biológica de uma determinada área e, em última instância, contribuir para medidas de conservação das espécies. Também são fundamentais para diversos estudos científicos e possibilitam um estoque de material biológico para pesquisas (INGENITO, 2014). Assim, a coleção entomológica não é uma ferramenta estática, que deve ser utilizada apenas para visitação e admira o de insetos coloridos (SANTOS et al. 2013). Ainda que detenha um evidente valor est tico, ela representa, principalmente, um importante banco de dados para pesquisas estratégicas em ecologia, conserva o e biogeografia (CAMARGO, 2009). A cole o de lâminas de gr os de pólen e esporos de plantas atuais, por sua vez, constitui uma palinoteca de referência, e serve como parâmetro na compara o com grãos de pólen aderidos ao corpo das abelhas e no conteúdo palinológico de diversos tipos de materiais, tais como mel, própolis, sedimentos, materiais forenses (LORENTE et al. 2017)

A  rea de estudo do presente trabalho   composta pela Floresta Nacional de Carajás e arredores. Carajás apresenta grandes extensões de floresta tropical, e nos topos de morro, há a presença das cangas metal filas, que são associadas a condi es edáficas e climáticas, possuindo extrema importância biológica (ABSY et

al., 1991; ALIZADEH et al., 2017). Todavia, apesar da diversidade das condições ambientais propícias ao desenvolvimento de investigações nos eixos das ciências naturais, os dados de preferências florais entre abelhas e plantas são raros para essa área e para Amazônia como um todo.

Conhecer a amplitude do nicho trófico permite compreender a área de forrageamento, e isto é fundamental para o planejamento de estratégias de manejo sustentável das abelhas, restauração de áreas degradadas e conservação, bem como compreender sobre as plantas nativas e cultivadas que dependem dos serviços de polinização (GREENLEAF et al., 2007; Crall et al., 2015). Além disso, é nas áreas de canga que acontece a exploração de minério, que devem, posteriormente, ser recuperadas, com o intuito de restaurar a riqueza e a diversidade perdida (Zappi et al, 2018). Entretanto, é um grande desafio produzir paisagens diversas e reconstruir a qualidade ambiental, por isso são necessárias estratégias e planejamentos específicos (Gastauer et al, 2018).

Uma das etapas mais desafiadoras no processo de recuperação é a seleção de espécies nativas que contribuam para o aumento da resiliência do ecossistema, e por isso é importante levar em consideração algumas características dessas espécies (Carvalho et al. 2016). Por exemplo, as espécies vegetais que fazem parte do nicho trófico das abelhas podem ser priorizadas, visando intensificar o processo de restauração de redes de interações, que são importantes para a manutenção do ecossistema. Além disso, a polinização aumenta a chance de reprodução das espécies de planta, auxiliando o sucesso das estratégias de restauração. Assim, a identificação e priorização de espécies vegetais que participam das interações abelhas-plantas poderão produzir benefícios importantes para a comunidade restaurada (Pywell et al. 2002; Funk et al. 2008).

O presente trabalho tem como objetivo central obter informações sobre o nicho trófico das abelhas coletadas na Floresta Nacional de Carajás e áreas adjacentes, por meio de análise da carga polínica de abelhas depositadas nas coleções entomológicas do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG e da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mais especificamente, o estudo visa [i] identificar as plantas utilizadas como fontes de pólen pelas abelhas e estabelecer a porcentagem de cada espécie de plantas, a partir dos grãos de pólen, presentes em cada amostra e; [ii] avaliar a amplitude do nicho trófico e a uniformidade de

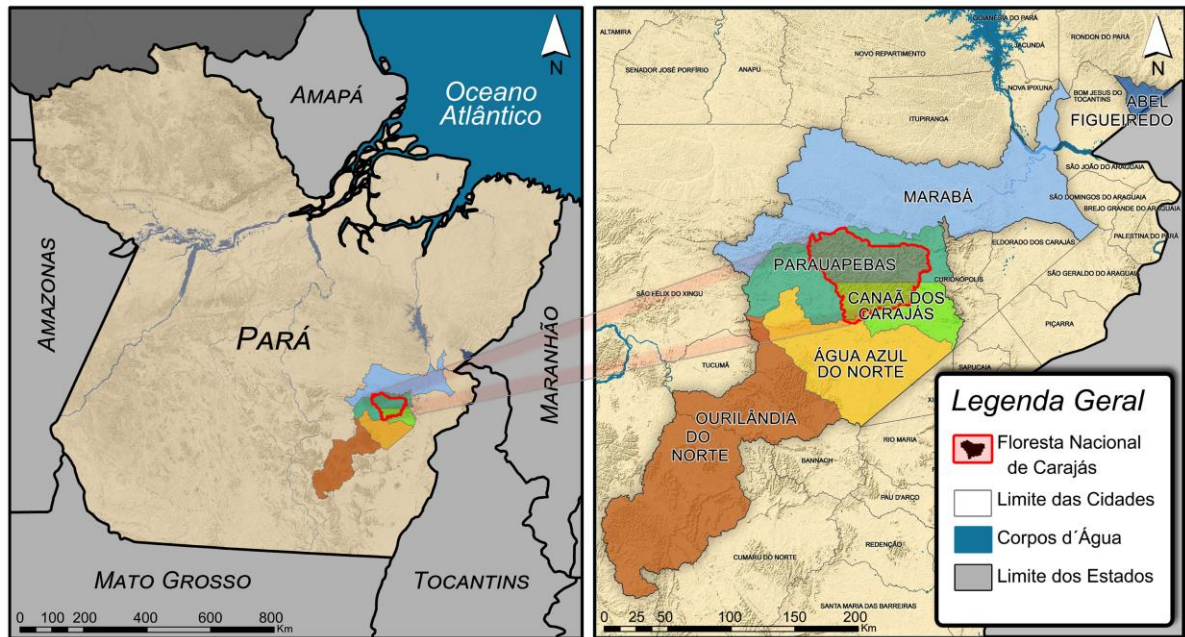
exploração de recursos das abelhas coletadas. Por fim, o trabalho justifica-se em sua busca por contribuir para ampliar o conhecimento existente sobre interações abelhas-plantas nas florestas do bioma amazônico, visando determinar as principais fontes de recursos alimentares para as diferentes espécies de abelhas, auxiliando assim, no processo de tomada de decisão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Floresta Nacional de Carajás (Figura 1) está inserida no Escudo do Brasil Central na porção Sudeste do Cráton Amazônico. Situa-se no domínio da Floresta Amazônica, onde a cobertura vegetal nativa da região é, predominantemente, constituída pelas fisionomias de Florestas Ombrófila Densa (Montana, Submontana) e Ombrófila Aberta (Submontana) (IBGE, 2012). As florestas abertas se diferenciam das densas por apresentarem menor densidade de árvores de grande porte, grande quantidade de lianas e a ocorrência de palmeiras (PARADELLA et al. 1994; PIRES; PRANCE, 1985). Nas encostas do planalto observa-se a ocorrência de floresta estacional decidual, que se apresentam interrompidas pela vegetação de savana (chamada de canga) que coloniza as crostas lateríticas nos topos de morro (GUIMARÃES et al. 2014; NUNES et al. 2015). Essas crostas são constituídas por solo raso e rico em ferro, o que dificulta a fixação de raízes ao solo, permitindo com isso apenas desenvolvimento de espécies de porte herbáceo e arbustivo (PORTO; SILVA, 1989; SKIRYCZ et al. 2014).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo no sudeste do Pará.



Fonte: André Acosta (2021).

O clima local segundo a classificação climática de Köppen é tropical úmido do tipo Am com temperatura média anual de cerca de 26°C, cujos valores mínimo e máximo médios são 20°C e 31°C, respectivamente (ALVARES et al. 2013; SAHOO et al. 2016), sendo que nos platôs o clima é serrano, variando entre 21 e 23°C (SILVA, 1991). A precipitação total anual varia de 1800 a 2300 mm (MORAES et al., 2005), com média total de cerca de 1550 mm durante a estação chuvosa (novembro a maio) e de ca. 350 mm durante a estação seca (junho a outubro) (LOPES et al., 2013). O período de maior evaporação está compreendido entre os meses de junho e outubro, e entre dezembro e março tem-se as menores taxas de evaporação (FISCH et al., 1998).

2.2 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de cargas polínicas foram coletadas em abelhas depositadas em duas coleções entomológicas, a do Museu Paraense Emílio Goeldi (Belém, Pará) e da Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte, Minas Gerais). Essas duas coleções foram escolhidas por abrigarem espécimes de abelhas coletados no passado na Floresta Nacional de Carajás, e nos municípios adjacentes (Abel Figueiredo, Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás, Marabá, Ourilândia do Norte,

Parauapebas). Espécimes com a mesma data e local de coleta, foram considerados como uma amostra. Foram realizadas três visitas na UFMG e uma no MPEG.

Com auxílio de pinças e estiletes de agulha foi realizada a retirada dos grãos de pólen da corbícula e escopa e armazenados no eppendorf de 1ml (Figura 2).

Figura 2 - Exemplo de espécime de abelha com grãos de pólen aderidos a perna traseira, depositada na coleção entomológica da UFMG.



Fonte: autores, (2021).

2.3 MÉTODO DE PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS POLÍNICAS

As amostras provenientes do corpo das abelhas foram preparadas conforme o método de acetólise de Erdtman (1952), que consiste, de maneira geral, submeter os grãos de pólen a uma mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico com uma proporção de 9:1. A partir deste procedimento, o conteúdo celular é destruído e a exina, estrutura responsável pela identificação dos mesmos, fica aparente permitindo um estudo descritivo.

2.4 MONTAGEM DE LÂMINAS

Para a montagem das lâminas, fragmentos cúbicos de gelatina de KISSER (1935) foram colocados em contato com os grãos de pólen acetolisados e, sobre essa amostra, é adicionada a lamínula. Para que ocorra a fusão da gelatina glicerizada, a lâmina foi submetida a 110°C por 3 segundos em uma placa

aquecedora. Foram elaboradas duas lâminas para cada amostra, e posteriormente acondicionadas na Palinoteca do Instituto Tecnológico Vale (PALIITV). Na lutagem das lâminas foram usados pequenos fragmentos de parafina colocados entre lâmina e lamínula aquecendo-se em lamparina a álcool (MÜLLER, 1947).

2.5 CONTAGEM DOS TIPOS POLÍNICOS E FOTOMICROGRAFIAS

Um total de 400 grãos de pólen foram contados, medidos e microfotografados em cada amostra (MONTERO; TORMO, 1990), utilizando microscópio ZEISS Axio Imager M2 com o programa ZEN 2.3 lite.

Os grãos de pólen encontrados foram identificados em tipos polínicos, de acordo com sua morfologia e comparados com os grãos de pólen da palinoteca de referência da área, com catálogos de referências e a base de dados RCPol (Rede de Catálogos Polínicos online, www.rcpol.org.br). Foram calculadas as porcentagens e classes de frequência de ocorrência de acordo com classificação de Louveaux et al. (1978) em: pólen dominante (> 45% do total de grãos), pólen acessório (de 15% a 45%), pólen isolado importante (de 3% a 14%) e pólen isolado ocasional (< 3%).

2.6 ANÁLISE DE DADOS

Para a avaliação da amplitude do nicho trófico de cada uma das amostras de abelhas foi aplicado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (SHANNON; WEAVER, 1949). Também foi realizado o cálculo do Índice de Equitatividade ou uniformidade de acordo com Pielou (1977): $J = H' / H_{max}$, onde H' é a amplitude do nicho e H_{max} é o logaritmo (ln) do número total das espécies de plantas visitadas pelas abelhas. Esse índice varia de 0 a 1, correspondendo a visitas irregulares nas espécies de plantas até uma uniformidade na visitação dos recursos alimentares disponíveis, respectivamente. Foi utilizado o R v. 3.5.1 (R Core Team, 2018) com o pacote “vegan”.

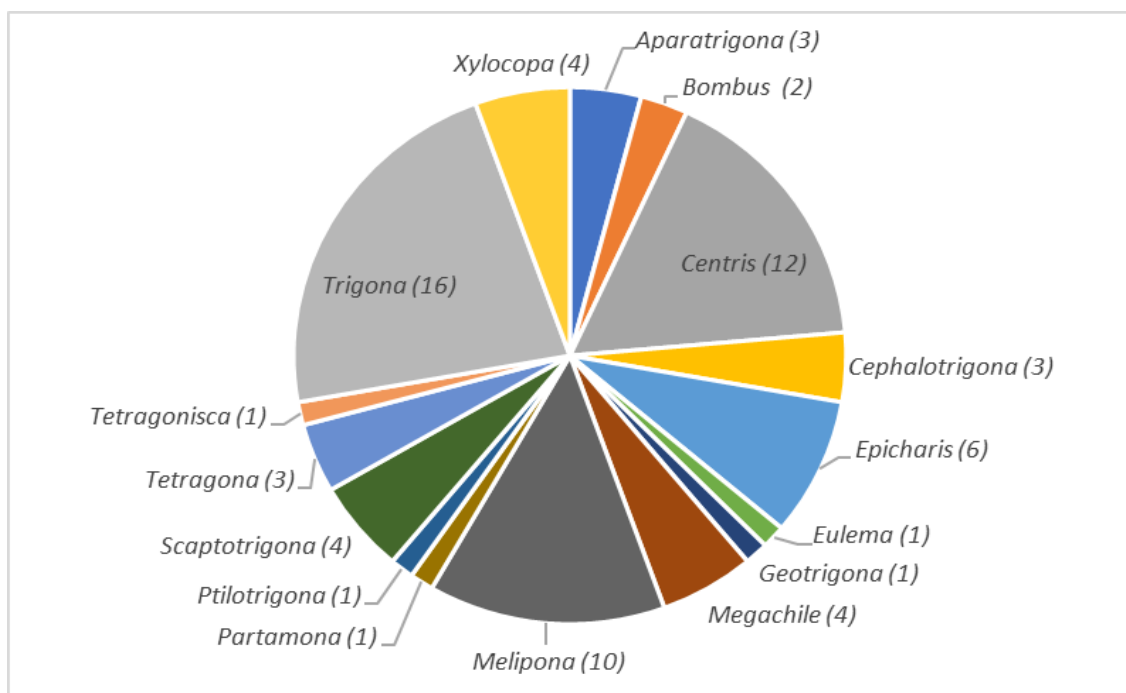
3 RESULTADOS

3.1 TIPOS POLÍNICOS E CLASSES DE ABUNDÂNCIA

No total, foram coletadas e analisadas 82 amostras de carga polínica aderidas no corpo de 251 espécimes de abelhas na área de estudo, presentes nas coleções citadas. Entretanto, dentre as amostras analisadas 10 (dez) não apresentaram a

presença de grãos de pólen. As 72 amostras com presença de material polínico correspondem a 16 gêneros e 50 espécies de abelhas (Figura 3, Material Suplementar A), sendo a maioria proveniente de Canaã dos Carajás (56%) e Parauapebas (37%). Apesar dos exemplares coletados em Marabá terem sido analisados, nenhum apresentou pólen na amostra retirada da corbícula e escopa.

Figura 3 – Distribuição amostral dos gêneros de abelhas coletadas na Floresta Nacional de Carajás.



Fonte: autores (2021).

O material polínico identificado, nas 72 amostras, foi constituído por 81 tipos polínicos, distribuídos em 27 famílias, 54 gêneros, 45 espécies e três tipos indeterminados (Tipo 1, 2 e 3) (Figura 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; Material Suplementar A). As famílias mais representativas foram Fabaceae (34), Malpighiaceae (28), Solanaceae (17), Melastomataceae (16), Asteraceae (7), Euphorbiaceae (7), Lythraceae (7) e Myrtaceae (4). De forma geral, o pólen com maior frequência nas cargas polínicas foi o gênero *Solanum* sp., presente em 17 amostras de diferentes espécies de abelha, seguido por *Byrsonima* sp. (13 amostras), *Banisteriopsis* sp. (13 amostras), *Miconia* sp. (9 amostras) e *Mimosa* sp. (8 amostras). Vale ressaltar que

73% dos grãos de pólen desses gêneros mais frequentes foram identificados a nível de espécie.

Dentre os 81 tipos polínicos identificados, 65 tipos estão presentes no levantamento da flora da canga de Carajás, e uma (*Euterpe oleracea*) não tem registro na canga, mas tem ocorrência em levantamentos florísticos em áreas de Carajás. Além disso, 17 espécies identificadas foram citadas como plantas nativas indicadas para recuperação de áreas de mineração em Carajás (Zappi et al, 2018), sendo estas: *Euterpe oleraceae*, *Cavalcantia glomerata*, *Lepidaploa paraensis*, *Erythroxylum nelson-rosae*, *Sapium argutum*, *Anadenanthera peregrina*, *Bauhinia pulchella*, *Camptosema ellipticum*, *Crotolaria maypurensis*, *Dioclea apurensis*, *Mimosa acustistipula* var. *férrea*, *Periandra mediterrânea*, *Bysonima chrysophylla* (*Byrsonima spicata*), *Pleroma carajasense*, *Solanum crinitum*, *Lippia grata*, *Callisthene microphylla*.

Para a abelha *Aparatrigona impunctata* Ducke, 1916 foi coletada a carga polínica de três indivíduos, sendo que todos apresentaram a característica monofloral onde foram identificados *Spermacoce tenella* Kunth, *Cuphea mimuloides* Schltdl & Cham. e *Banisteriopsis* sp. 2 C. B. Rob., sendo uma em cada indivíduo. Nas duas espécies de *Bombus* sp. (*Bombus transversalis* (Olivier, 1789) e *Bombus brevivilus* Franklin, 1913), sua dieta foi constituída de *Solanum* sp. L. Entretanto *Apuleia leocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. foi a espécie de pólen dominante para *B. brevivilus*.

Das 11 espécies de *Centris* sp. amostradas, oito utilizaram recursos polínicos do gênero *Solanum* sp., com predominância de *S. grandiflorum* Ruiz & Pav. e *S. paniculatum* L.; em cinco destas amostras, eles foram classificados como pólen dominante. Outros gêneros tiveram grande frequência, como a *Byrsonima* sp. presente na dieta de seis espécies de *Centris* sp., sendo pólen dominante em *C. vittata* Lepeletier, A. L. M. (1841) e ocasional em *C. denudans* Lepeletier, A. L. M. (1841). Além disso, as espécies de *Centris* foram as que apresentaram maior variedade de tipos polínicos com 22 spp., apresentando maior variedade de recursos alimentares.

Para os dois indivíduos das abelhas do gênero *Cephalotrigona capitata* (Smith, 1854), as espécies mais representativas na dieta foram *Byrsonima spicata* (Cav.) Rich. ex Kunth e *Cuphea mimuloides*, ambas com pólen dominante nas

amostras. *Byrsonima spicata* também esteve presente na dieta da *Cephalotrigona femorata* (Smith, 1854), porém em menor quantidade, classificada como pólen acessório. Para as espécies de *Epicharis* sp. o pólen mais dominante foi do gênero *Byrsonima* sp., que em alguns casos, como na *E. pygialis* Friese, 1900 representou 100% da carga polínica analisada.

A *Pleroma carajasense* K. Rocha, R. Goldenb. & F.S. Mey., espécie endêmica de Carajás e de ocorrência exclusiva de canga, foi dominante na dieta de *Eulema pseudocingulata* Oliveira, 2006. Para *Geotrigona aequinoctialis* (Ducke, 1925) observou-se três tipos polínicos na sua dieta, mas com predominância de 84,25% de Asteraceae, assim como 9% de *Borreria* sp. e 6,7% de *Mimosa pudica* var. *hispida* Brenan, Kew Bull.

Uma variedade de espécies foi observada na dieta da *Megachile* sp., porém muitas delas em pouca quantidade, sendo classificados como pólen isolado ocasional. São exemplos, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. e *Cavalcantia glomerata* R. M. King e H. Rob., que corresponderam apenas 0.25% e 1,75% do total de grãos de pólen contados na *Megachile* (*Pseudicentron*) sp. Mitchell, 1934, respectivamente.

No total, as quatro amostras de *Melipona* sp. utilizaram recursos de 14 espécies de planta, sendo que para algumas abelhas as plantas se repetiram nas suas dietas, como na *Melipona seminigra pernigra* Moure & Kerr, 1950 e *Melipona fuliginosa* Lepeletier, 1836. A *Roupala montana* Aubl. foi observada novamente como pólen dominante. Da mesma forma, *Lippia grata* Schauer. foi classificada como pólen dominante para as espécies *Melipona interrupta* Latreille, 1811 e *Melipona seminigra pernigra*.

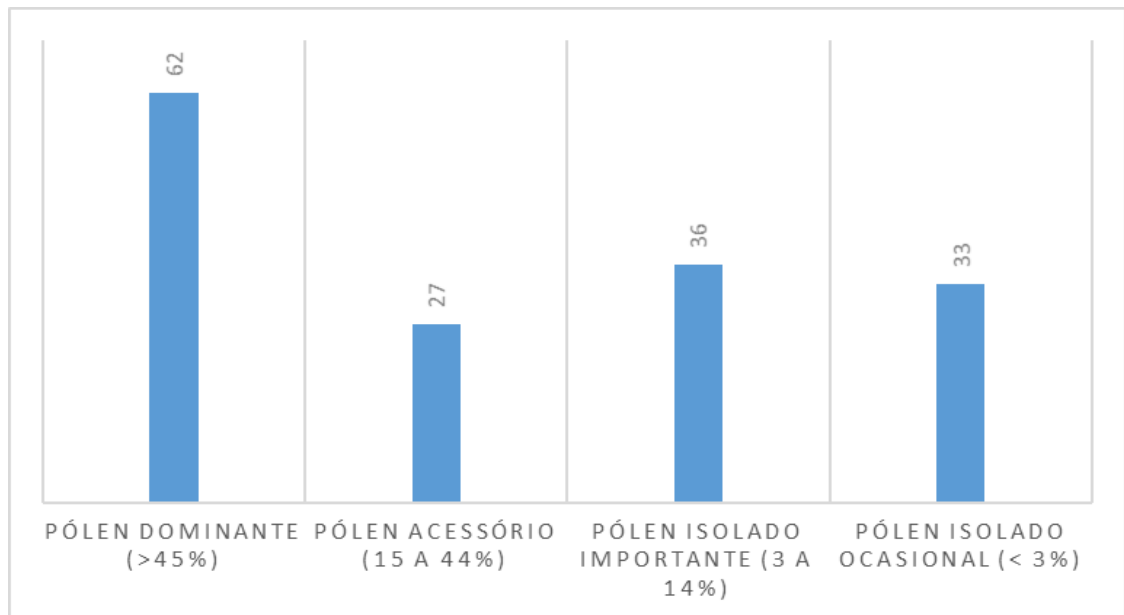
Cuphea mimuloides e *Cuphea annulata* foram os únicos recursos encontrado na carga polínica das abelhas *Partamona combinata* Pedro & Camargo, 2003 e *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811, respectivamente. Já para a *Ptilotrigona lurida* (Smith, 1854), por sua vez, o seu único recurso alimentar encontra na carga polínica foi a *Myrcia splendens* (Sw.) DC., assim como para *Xylocopa aurulenta* Fabricius, 1804. Para esta última, foi também observada a presença de *Lantana paraensis* (Moldenke) R.W. como pólen isolado importante. Para o gênero *Scaptotrigona* sp., identificou-se a dominância de pólen de *Cavalcantia glomerata*,

Callisthene microphylla Warn, *Mimosa pudica* var. *Hispida* e *Mimosa acustistipula* var. *ferrea* Barneby.

As abelhas *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804) e *Tetragona truncata* Moure, 1971 tiveram em sua dieta dominância do pólen de *Alchornea* sp. Entretanto, para as espécies de abelhas *Trigona* sp. as dietas foram mais diversas, sendo que *T. guinae* Cockerell, 1910 e *T. spinipes* Fabricius, 1793 apresentaram dieta exclusiva de *Banisteriopsis* sp. A dieta de *T. dimidiata* Smith, 1854 também apresentou dominância desse gênero; mas, *Byrsonima spicata* também foi observada, e classificada como pólen isolado importante. Em um indivíduo de *Xylocopa suspecta* Moure & Camargo, 1988 sua dieta foi exclusivamente composta por *Tibouchina karstennii* Cogn.; esta foi a única espécie de abelha que apresentou essa planta na sua dieta. Outro indivíduo dessa mesma espécie apresentou dominância do pólen de *Vismia* sp. Vang. Já para *Xylocopa frontalis* Oliver, 1789 a espécie mais abundante na sua dieta foi *Apuleia leiocarpa* com uma proporção de 68%.

Na análise geral da distribuição das classes de abundância de todas as amostras coletadas percebe-se que houve uma maior porcentagem de tipos polínicos classificados como pólen dominante, com representatividade de 39%, e pólen isolado importante com representatividade de 22,78%. Já as categorias pólen acessório e pólen isolado ocasional obtiveram apenas 17% e 20%, respectivamente (Figura 4).

Figura 4 - Classes de abundância do pólen presente nas amostras de carga polínica analisadas, com os números de tipos polínicos pertencente a cada classe.



Fonte: autores (2021).

3.2 AMPLITUDE DO NICHU TRÓFICO E ÍNDICE DE EQUITATIVIDADE

A amplitude do nicho, dada pelo índice de Shannon (H'), indicou que *Centris* sp. é o gênero que possui uma dieta mais extensa e diversificada quando comparada aos demais gêneros. Dentre desse gênero destaca-se *Centris vittata* que apresentou a maior amplitude de nicho trófico ($H'=1,15$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Espécies com maiores valores de Índice de diversidade de Shannon (H')

Espécies	H'
<i>Centris vittata</i> Lepeletier, 1841	1.15
<i>Centris denudas</i> Lepeletier, 1843	1.1
<i>Xylocopa frontalis</i> Oliver, 1789	1.05
<i>Epicharis flava</i> Friese, 1900	1.03
<i>Bombus brevivilus</i> Franklin, 1913	0.91
<i>Centris varia</i> Erichson, 1849	0.9
<i>Centris ferruginea</i> Lepeletier, 1841	0.88
<i>Centris maranhensis</i> Ducke, 1910	0.78
<i>Centris americana</i> Klug, 1810	0.73
<i>Centris nobilis</i> Westwood, 1840	0.71

Fonte: autores (2021).

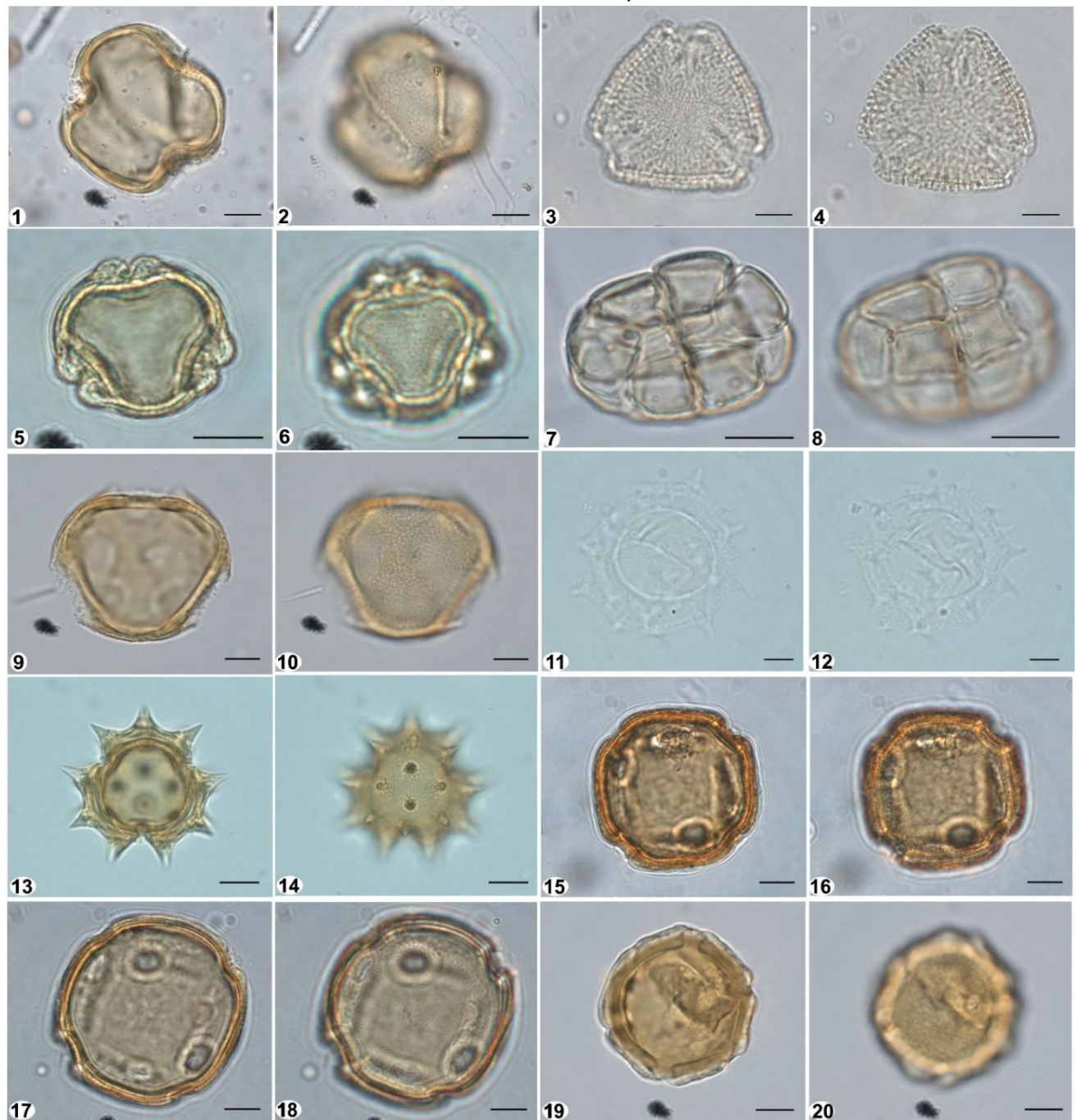
A análise de equitatividade (J') indica que 10 espécies tiveram seu índice mais próximo de 1 (Tabela 2), com isso apresentando maior uniformidade na coleta de recursos. Destaca-se a espécie *Melipona seminigra pernigra* que apresentou o valor máximo. Já maioria das espécies tem preferência por alguns recursos em específico, uma vez que foi observada a presença de espécies dominantes em sua dieta, demonstrando valores moderados e menores de equitatividade.

Tabela 2 - Espécies com maiores valores de Índice de Equitatividade de Pielou (J')

Espécies	J'
<i>Melipona seminigra pernigra</i> Moure & Kerr, 1950	1
<i>Cephalotrigona femorata</i> Smith, 1854	0.99
<i>Trigona chanchamayonensis</i> Schwarz, 1948	0.838
<i>Centris vittata</i> Lepeletier, 1841	0.829
<i>Bombus brevivilus</i> Franklin, 1913	0.829
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	0.815
<i>Centris ferruginea</i> Lepeletier, 1841	0.797
<i>Xylocopa suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	0.778
<i>Centris maranhensis</i> Ducke, 1910	0.715
<i>Megachile orba</i> Schrottky, 1913	0.691

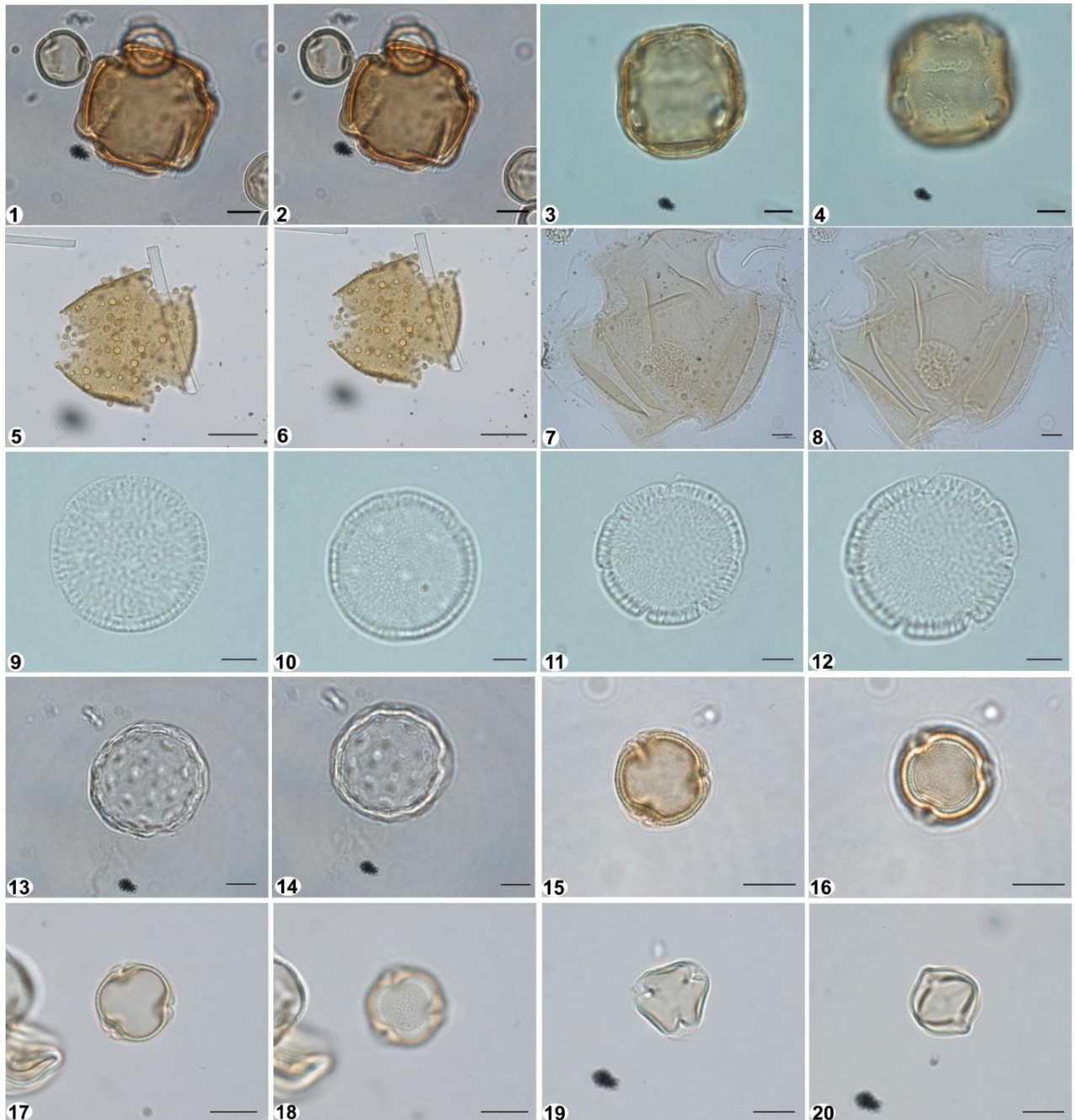
Fonte: autores (2021).

Figura 5 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1- 2: *Abrus fruticulosa* Wight & Arn.; 3- 4: *Alberdia edulis*; 5 - 6: *Alchornea* sp Sw.; 7-8: *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.; 9-10: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.; 11-12: Asteraceae 1; 13-14: Asteraceae 2; 15-16: *Banisteriopsis malifolia* (Nees & Mart.); 17-18: *Banisteriopsis* sp.1 C.B. Rob; 19-20: *Banisteriopsis* sp.2 C.B. Rob. Escala: 10 µm



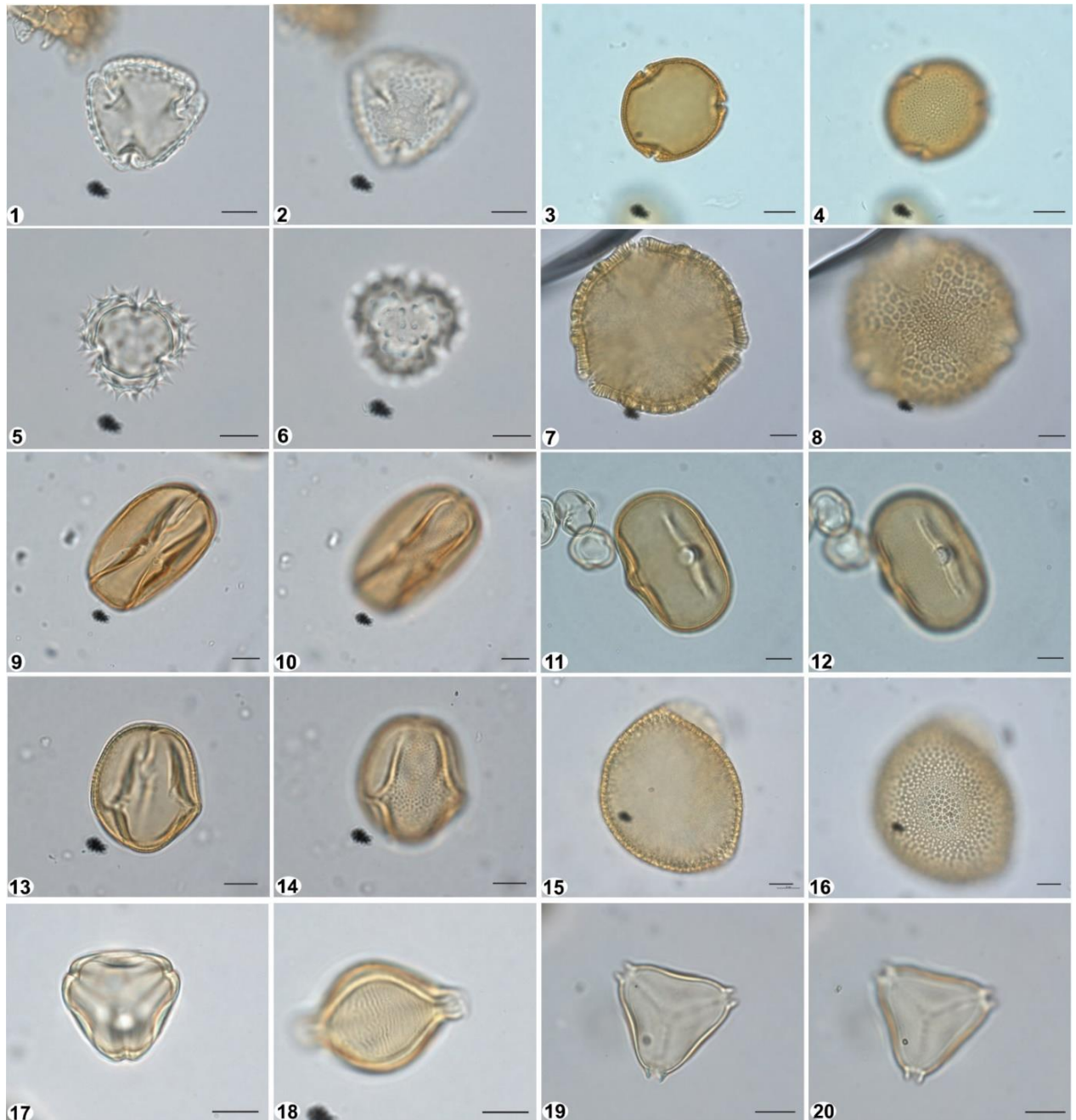
Fonte: autores (2021).

Figura 6 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Banisteriopsis* sp. 3 C.B. Rob.; 3-4: *Banisteriopsis* sp. 5 C.B. Rob.; 5-6: *Bauhinia pulchella* Benth.; 7-8: *Bauhinia* sp L.; 9-10: *Borreria* sp.1 G. Mey.; 11-12: *Spermacoce tenella* (*Borreria_tenella*) Kunth; 13-14: *Borreria tenera* DC.; 15-16: *Byrsonima spicata* (Cav.) Rich. ex Kunth; 17-18: *Byrsonima crassifolia* (Cav.) Rich. ex Kunth; 19-20: *Callisthene microphylla* Warn. Escala: 10 µm



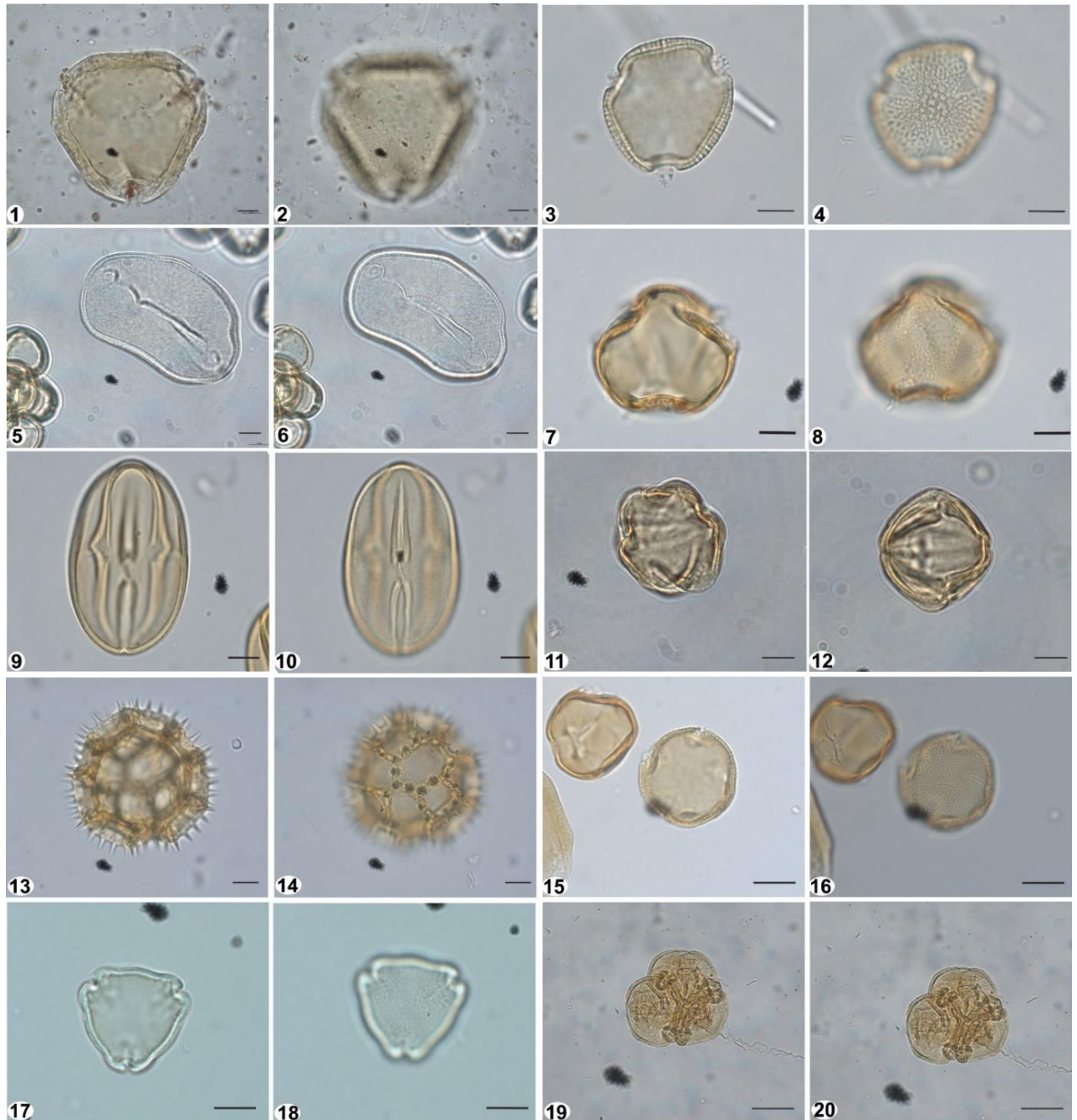
Fonte: autores (2021).

Figura 7 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Camptosema ellipticum* (Desv.) Burkart; 3-4 *Cassia* sp L.; 5-6: *Cavalcantia glomerata* R.M.King & H. Rob.; 7-8: *Cenostigma tocaninus* Ducke; 9-10: *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene; 11-12: *Chamaecrista* sp. 2 (L.) Moench; 13-14: *Crotalaria maypurensis* Kunth; 15-16: *Croton* sp L; 17-18: *Cuphea annulata* Koehne; 19 - 20: *Cuphea mimuloides* Schltdl. & Cham. Escala Escala: 10 µm



Fonte: autores (2021).

Figura 8 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Dioclea apurensis* Kunth; 3-4: *Erythroxylum nelson-rosae* Plowman.; 5-6: *Euterpe oleracea* Mart.; 7-8: *Fredericia* sp. G. Don; 9-10: *Garcinia madruno* (Kunt) Hammel; 11-12: *Lantana paraensis* (Moldenke) R.W; 13-14: *Lepidaploa paraensis* (H.Rob.) H.Rob.; 15-16: *Leucacantha* sp. Nieuwl. & Lunell; 17-18: *Lippia grata* Schauer.; 19-20: *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) PHRaven. Escala: 10 µm



Fonte: autores (2021).

Figura 9 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Malpighia glabra* L.; 3-4: Malpigiaceae; 5 - 6: *Maprounea* sp. Aubl.; 7-8: *Miconia* sp. Ruiz & Pav.; 9-10: *Miconia* sp. 1 Ruiz & Pav.; 11-12: *Mimosa acustitipula* var. *ferrea* Barneby; 13-14: *Mimosa pudica* var. *hispida* Brenan, Kew Bull.; 15-16: *Myrcia splendens* (Sw.) DC.; 17-18: *Neptunia* sp. Lour.; 19-20: *Passiflora* sp. L. Escala: 10 µm



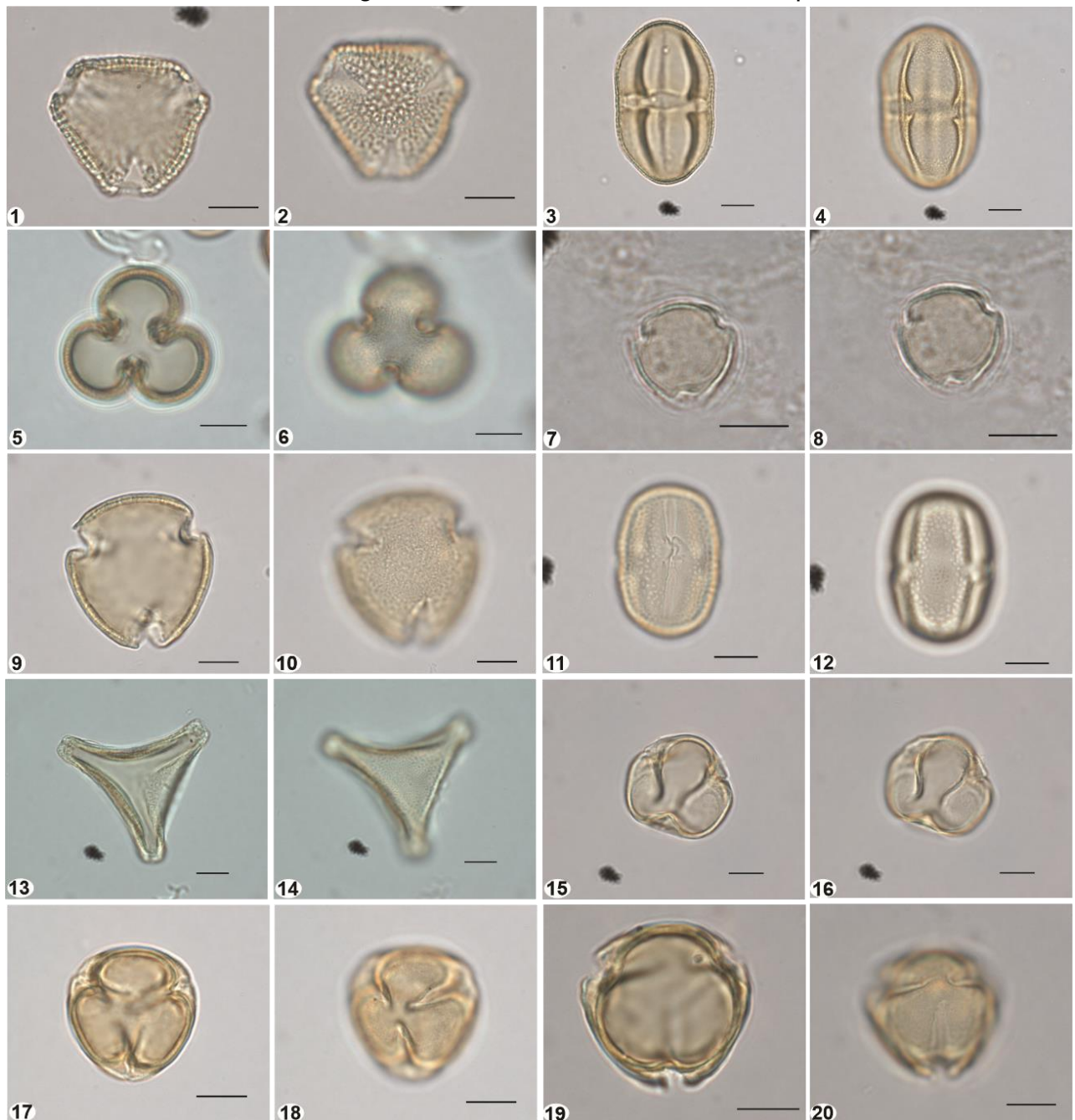
Fonte: autores (2021).

Figura 10 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub; 3-4: *Phyllanthus* sp. L.; 5-6: *Pleonotoma jasminifolia* (Kunt) Miers; 7-8: *Pleroma carajasense* K. Rocha, R. Goldenb. & F.S. Mey.; 9-10: *Protium pilosissimum* Engl.; 11-12: *Pseudobombax longiflorum* (Mart. & Zucc.) A. Robyns; 13-14: *Rhynchanthera* sp DC; 15-16: *Rhynchospora* sp Vahl; 17-18: *Roupala montana* Aubl.; 19-20: *Sacoglottis mattogrossensis* Malme. Escala: 10 µm



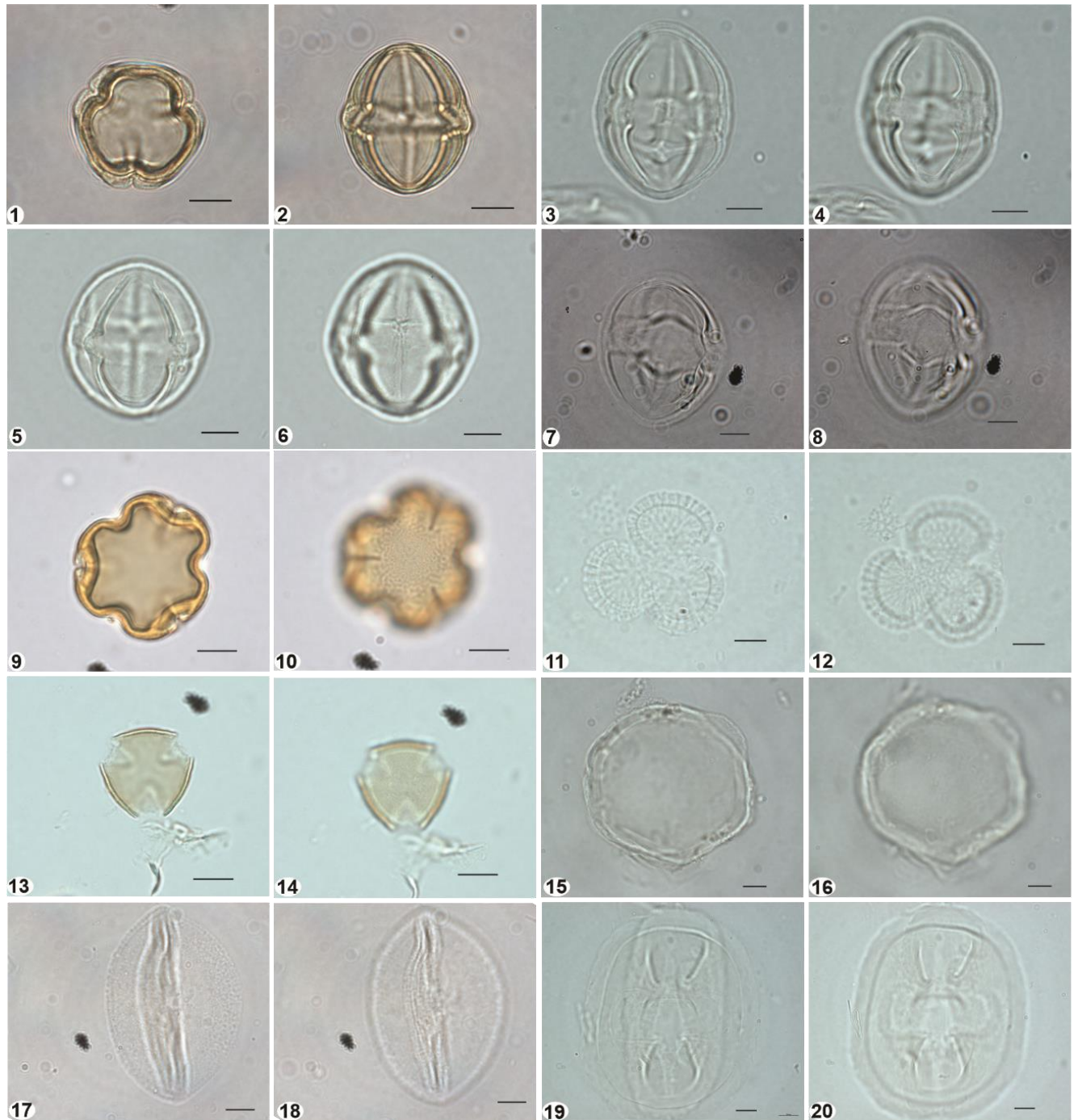
Fonte: autores (2021).

Figura 11 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Sacoglottis* sp. Mart.; 3-4: *Sapium argutum* (Müll.Arg.) Huber; 5-6: *Sapium* sp. Jacq.; 7-8: *Sauvagesia tenella* Lam.; 9-10: *Sclerolobium paniculatum* Vogel; 11-12: *Sclerolobium* sp. Vogel; 13-14: *Serjania* sp Mill.; 15-16: *Solanum campaniforme* Roem. & Shult.; 17-18: *Solanum crinitum* Lam.; 19-20: *Solanum grandiflorum* Ruiz & Pav. Escala: 10 µm.



Fonte: autores (2021).

Figura 12 - Tipos polínicos identificados na carga polínica do corpo das abelhas de Carajás. 1-2: *Solanum paniculatum* L.; 3-4: *Solanum* sp.1 L.; 5-6: *Solanum* sp 2 L.; 7-8: *Solanum* sp. 3; 9-10: *Tibouchina karstenii* Cogn.; 11-12: *Turnera* sp. L.; 13-14: *Vismia* sp. Vang; 15-16: tipo 28; 17-18: tipo 32; 19-20: tipo 118. Escala: 10 µm.



Fonte: autores (2021).

4 DISCUSSÃO

No presente estudo, a análise polínica permitiu acrescentar conhecimento sobre o nicho trófico das abelhas coletadas em Carajás. O método detectou a quantidade e o tipo de recurso alimentar utilizado por elas, bem como a extensão do nicho trófico. Foi demonstrado aqui, que a identificação das plantas procuradas por abelhas assume um papel de muita importância. Primeiramente, por indicar as principais fontes alimentares, mas sem deixar de considerar que as visitas também ocorrem para coleta de resina e óleos para elaboração de própolis (HOWER, 1953). E esse conhecimento sobre a utilização dos recursos florais pelas espécies de abelhas é necessário para auxiliar a tomada de decisão em programas de manejo de polinizadores e restauração ambiental (DEL SARTO, 2005; HILÁRIO et al. 2000). Por isso, deve-se impulsionar o desenvolvimento de trabalhos nessa área, como feito por Ferreira e Absy (2013, 2015, 2017a, 2017b), que avaliaram o nicho trófico de abelhas do gênero *Melipona* na Amazônia, bastante utilizada na meliponicultura tradicional. Mais recentemente, Absy, Rech e Ferreira (2018), apresentaram uma contribuição sobre o conhecimento da biodiversidade da Amazônia por meio do pólen coletado pelas abelhas sem ferrão. Os autores forneceram diversos protocolos de coletas de pólen e evidenciaram a importância da identificação polínica.

Alguns estudos desenvolvidos com *Melipona* demonstraram sua preferência por fontes de pólen de Fabaceae, seguidas por *Miconia* (Melastomataceae), e *Solanum* (Solanaceae) (MARQUES-SOUZA, 1996), corroborando as mesmas fontes preferenciais determinadas no presente trabalho. Posteriormente, o mesmo autor estudou mais duas espécies de *Melipona* na Amazônia, onde confirmou a preferência por Fabaceae e Melastomataceae, e incluiu a família Myrtaceae (FARIA, 2014; MARQUES-SOUZA, 1999). A diversidade das fontes de pólen identificadas nas amostras de *Melipona* no presente estudo corroboram a assertiva que os meliponíneos possuem hábito de forrageamento generalista (OLIVEIRA et al. 2009). As famílias Arecaceae, Fabaceae, Melastomataceae também foram encontradas no nicho trófico de *Melipona*, por Martins et al. (2011), e Carvalho et al. (2016). Estudos como de Rezende (2020) evidenciaram espécies vegetais que têm destaque, por exemplo, *Alchornea*, *Miconia*, *Protium* e *Sclerolobium*, e são necessárias para a provisão de recursos para as abelhas estudadas e, também, obtêm benefícios dos

serviços de polinização. Todos esses gêneros foram identificados nas amostras estudadas no presente trabalho, sendo *Miconia* o com maior frequência.

Já para a *Scaptotrigona*, as fontes de recursos encontrados foram Fabaceae (Mimosoideae), Myrtaceae e Sapindaceae (MARQUES-SOUZA, 2007). O que foi observado no estudo de Costa et al. (2015) afirma que as famílias de plantas que apresentaram maior diversidade de tipos polínicos são Fabaceae, e também Asteraceae, no qual também foi representativa neste trabalho.

Há presença de espécies da família Malpighiaceae na dieta de várias espécies de abelhas, com maior quantidade em *Centris*, o que corrobora com o Jesus e Aguiar (2017), que estudou as plantas fontes de recursos para *Centris*. Este hábito é bem conhecido, pois essas espécies de abelha coletam pólen e óleo floral em plantas desta família, o último utilizado na alimentação das larvas e construção dos ninhos (ALVES-DOS-SANTOS, 2009). Esta associação é corroborada por vários estudos, dentre eles Aguiar et al. (2017), que encontraram correlação entre abundância de *Byrsonima* e abundância de algumas espécies de *Centris*. Faria (2014) observou que os gêneros mais representados foram *Byrsonima* e *Malpighia*, porém no presente trabalho também foi encontrado um número significativo de *Banisteriopsis*.

Entre as fontes mais utilizadas pelas abelhas temos três famílias botânicas: Melastomataceae, Myrtaceae e Malpighiaceae. Essas famílias juntas fornecem três itens fundamentais para a alimentação dessas abelhas, onde os representantes da família Melastomataceae fornecem pólen e/ou néctar (RAMALHO et al. 1990; SILVA et al. 2010), e os de Myrtaceae também (SILVA; PINHEIRO, 2007; TIWARI et al., 2010). Os representantes das Malpighiaceae, por sua vez, oferecem pólen e óleo para seus visitantes (SILVA et al. 2012). Como exemplo, temos o gênero *Epicharis*, onde muitos estudos indicam que a única fonte de óleo é a Malpighiaceae (GAGLIANONE, 2005; ROCHA-FILHO et al., 2008; THIELE; INOUE, 2007), o que corrobora com as identificações, uma vez que, das seis amostras de *Epicharis* coletadas, em cinco foram identificados pólenes desta família.

As famílias Solanaceae e Melastomataceae possuem, em suas flores, anteras de deiscência poricida, com isso restringindo a liberação dos grãos de pólen de forma rápida e efetiva, necessitando de um mecanismo específico (SILVA et al. 2010). Esse mecanismo de vibração foi observado por Michener (1962) e

denominado *buzz pollination* ou síndrome de polinização vibrátil, realizado por espécies da família Apidae, de acordo do que foi observado por Buchmann e Hurley (1978). Conforme Gaglianone (2000), a abelha *Epicharis* utiliza desse mecanismo para a coleta ativa de pólen nas espécies de Melastomataceae. Além disso, essas duas famílias botânicas possuem pólen com alta concentração de proteínas (ROULSTON et al. 2000) e sabe-se que abelhas de grande porte demandam maior quantidade de proteína para o desenvolvimento larval de suas crias (MICHENER, 2000; MINCKLEY; ROULSTON, 2006), talvez justificando a constante presença do pólen dessas famílias na dieta de espécies do gênero *Bombus*, entre outras espécies.

A família Myrtaceae teve grande representatividade nas dietas das abelhas, uma vez que, em duas espécies (*Xylocopa aurulenta* e *Ptilotrigona lurida*), essa família foi classificada como pólen dominante e nas demais acessório. A partir das análises desenvolvidas por Gressler, Pizo e Morellato (2006) e Sobral et al. (2015), verificou-se que Myrtaceae é uma das mais importantes famílias botânicas brasileiras, principalmente quando se trata de florestas, pois suas flores são generalistas com grande quantidade de recurso e seus frutos são requisitados por várias espécies de animais. As flores são visitadas especialmente por abelhas, que é o grupo mais relevante e eficiente na polinização na família; ademais, seus grãos de pólen apresentam alto teor de proteína, o que talvez justifique a preferência floral por parte das abelhas (FERREIRA et al. 2010; LUGHADHA; PROENÇA, 1996, SILVA; PINHEIRO, 2007). Dentre as abelhas, as representantes da família Apidae são seus principais visitantes florais (GRESSLER, PIZO e MORELLATO, 2006), o que também foi observado no presente trabalho. De acordo com Antonini et al. (2006), Myrtaceae é a família mais visitada por meliponíneos, o que corrobora o resultado obtido aqui, já que *Myrcia splendens* esteve presente na dieta de *Ptilotrigona lurida* e *Trigona chanchamayonensis*.

A alta representatividade de Asteraceae neste trabalho pode ser associada com sua estrutura floral aberta e com grande quantidade de recurso, o processo de polinização, e pela morfologia e coloração das flores, que são atrativos essenciais na interação planta-polinizador (IMPERATRIZ-FONSECA et al. 1989; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Além disso, a sugerida associação ocorre porque Asteraceae possui vantagens sobre as outras famílias na colonização e

sobrevivência em novos habitats (TORRES; GALETTO, 2008). De maneira geral, Santos et al. (2010) afirma que a família Apidae é associada a um elevado número de famílias vegetais, sendo Asteraceae a mais utilizada, com 18 espécies visitadas pelas abelhas.

A espécie de abelha nativa *Tetragonisca angustula* coletou apenas pólen de *Cuphea annulata*, o que pode ser considerado um baixo número de tipos polínico quando comparado com outros estudos realizados em diferentes regiões do Brasil (LEITE et al. 2015). Porém, esse resultado foi corroborado por Bernado (2018), no qual observou uma amplitude de nicho baixa para essa espécie de abelha. Segundo Imperatriz-Fonseca et al. (1984), o conhecimento e a preservação dessa espécie nativa são de extrema importância, devido a sua adaptação em locais antropizados, como foi observado no estudo citado, conduzido em um fragmento urbano.

Com relação à disposição das classes de abundância dos tipos polínicos encontrados, 39% dos tipos foram classificados como pólen dominante. Este resultado evidencia que, apesar dessas abelhas possuírem hábito alimentar generalista, coletando diversos tipos polínicos, elas tendem a concentrar suas coletas em espécies vegetais com floração maciça. Já a classe pólen isolado importante foi a segunda com maior porcentagem de indivíduos (22%). Isto pode ser justificado devido ao comportamento de forrageio das espécies, que ao coletar néctar, podem também coletar, de forma indireta, grãos de pólen, além da própria estrutura floral da planta que fornece pequena quantidade de pólen (BARTH, 1989). Ademais, segundo Barth (1989), grande parte das espécies poliníferas no Brasil ocorre nas amostras em quantidade reduzida como pólen isolado, não ultrapassando 15% do total de grãos de pólen. Isso acontece, devido à procura das abelhas, que visitam variadas flores, misturando vários tipos polínicos na mesma carga polínica. Como exemplos no presente trabalho, destacam-se as espécies de *Megachile*.

Para explicar a presença dos tipos polínicos isolados, outra alternativa, é quando a forrageira coleta néctar em uma flor e simultaneamente os grãos de pólen se aderem ao seu corpo (THORP, 1999). Entretanto, alguns autores relatam que, quando analisados palinologicamente, alguns produtos das abelhas apresentam muitos grãos de pólen de classe isolado ocasional (MARTINS et al. 2011) e que,

mesmo com uma pouca quantidade observada, pode auxiliar na determinação da origem geográfica das amostras.

A espécie de maior amplitude de nicho trófico não coincidiu com a de maior uniformidade de exploração, o que corrobora com o resultado de Cortopassi-Laurino e Ramalho (1988). Os autores observaram que o padrão de coleta de pólen por abelhas sem ferrão ocorre com exploração de diversas fontes e com uma baixa uniformidade nessa exploração de recursos. Vale ressaltar, que a disponibilidade de recursos florais na área pode determinar a amplitude do nicho trófico, assim como fatores temporais, como, temperatura e precipitação. Estes fatores podem interferir na distribuição das espécies de planta (ALEIXO et al. 2013; ALEIXO et al. 2014; FARIA et al., 2012; MAIA-SILVA et al. 2014).

Melipona seminigra pernigra obteve o maior valor de uniformidade dentre as espécies. Entretanto, alguns autores relatam que espécies desse gênero coletam recursos em diversas plantas, contudo sem uniformidade, considerando até a coleta em fontes menos atraentes, quando necessário (ROUBIK, 1988,1995). Ademais, dentro das espécies com maior uniformidade na exploração dos recursos alimentares observa-se *Trigona spinipes*, o que concorda com o que é relatado por Lorenzon et al. (2003) e Nogueira-Ferreira e Augusto (2007). Mateus (1998) também considerou *T. spinipes* como uma espécie politrófica, pela diversidade de espécies e de famílias botânicas visitadas, onde a mesma visitou espécies das famílias Rubiaceae e Malpighiaceae.

Vale ressaltar que alguns fatores podem influenciar na coleta e transporte de pólen, como por exemplo, a abundância relativa das espécies vegetais na área, o raio de voo das abelhas. Abelhas pequenas possuem raio de voo de pequena extensão em torno de seu ninho, enquanto que abelhas maiores podem voar até alguns quilômetros de distância, o que afeta a diversidade de coleta de alimentos (PALAZUELOS BALLIVIÁN, 2008, WILLE, 1983). Metzger (2001) afirma que cada espécie tem uma diferente capacidade de deslocamento através da paisagem; assim, cada uma terá uma percepção da paisagem em uma escala diferente. Ou seja, aquelas com menor capacidade de deslocamento tenderão a perceber a paisagem em um contexto mais local. Já espécies com maior capacidade de deslocamento tenderão a perceber a paisagem num contexto mais amplo. Além disso, o fato de a paisagem floral em florestas neotropicais ser espacialmente e

temporalmente heterogênea pode provocar uma diferença na dieta dos indivíduos (SMITH et al. 2012).

No entanto, é importante ressaltar que o presente trabalho foi baseado em abelhas depositadas em coleções entomológicas, e não coletadas em campo através de métodos de coletas padronizadas. Os resultados sobre nicho trófico devem ser interpretados com cautela e seriam muito beneficiados se houvesse uma comparação mais efetiva com dados padronizados. No entanto, como discutido acima, existe uma significativa ausência de dados de interações abelha-planta para a Amazônia, devido principalmente, à dificuldade de coleta em dossel elevado. Outro ponto digno de nota é que, em geral, as espécies de abelhas são fortemente relacionadas com as plantas mais abundantes da área (WASER 1986). Assim, estimativas de abundância das plantas nas áreas de coleta são importantes para aumentar a acurácia dos resultados quando se estuda interações entre abelhas e plantas.

A informação sobre preferências florais das abelhas pode auxiliar em projetos de desenvolvimento sustentável associados à criação de abelhas. A construção de pasto apícola para incrementar a oferta de recursos alimentares para espécies de abelhas manejadas pode se beneficiar de tal conhecimento (DECOURTYE et al. 2010). Além disso, esse tipo de informação pode também auxiliar na seleção de espécies para restauração de áreas degradadas (CAMPBELL et al. 2019), uma importante ação considerando-se a localização de Carajás e arredores dentro do Arco de Desmatamento no sudeste da Amazônia Oriental. Pode também ser utilizada para incrementar a presença de polinizadores em áreas agrícolas (KORDBACHEH et al. 2020). Ademais, tal informação pode prover uma camada a mais de dados para a modelagem do nicho ecológico, que pode se beneficiar da inclusão de dados de interação entre espécies. Por exemplo, a distribuição potencial da abelha sem ferrão *Partamona rustica* foi demonstrada por Miranda et al. (2015) e adicionalmente, a partir da análise polínica, foram encontrados 62 tipos polínicos correspondentes as plantas de Caatinga usadas na dieta desta espécie, corroborando sua área de distribuição. Essa ferramenta também foi importante para analisar a distribuição atual e futura de espécies de *Xylocopa* e suas plantas utilizadas como fontes florais (GIANNINI et al. 2013). Essas espécies são importantes polinizadores de flores de maracujá, e o estudo visou propor áreas

atuais e futuras para o plantio dessa cultura considerando-se impacto de mudanças climáticas sobre as abelhas e suas plantas forrageiras.

Assim, é necessário a atenção maior a todas as espécies presentes nas dietas das abelhas, para fundamentar estratégias de manejo, conservação e restauração. Gaertner et al. (2012) afirmam que a introdução de espécies não nativas pode ocasionar impactos negativos na ecologia, e ainda, pode comprometer o sucesso da restauração ambiental. Além disso, a utilização de espécies endêmica, raras e ameaçadas em projetos de recuperação de áreas degradadas pode ajudar na sua conservação (KOLLMANN et al, 2016). Com isso, destaca-se a espécie *Erythroxylum nelson-rosae*, uma espécie endêmica de Carajás considerada rara e em perigo de extinção (COSTA-LIMA; LOIOLA, 2018) e que, de acordo com o presente trabalho, é uma fonte floral importante para *Scaptotrigona*.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo ampliou o conhecimento sobre as preferências florais das espécies de abelhas que ocorrem em Carajás. A obtenção de informações do nicho trófico a partir do pólen coletado no corpo das abelhas depositadas em coleções foi testada pela primeira vez para a região Amazônica no presente estudo. Os resultados obtidos poderão contribuir para reduzir a lacuna de conhecimento sobre interações abelhas e plantas para o bioma, e embasar possíveis tomadas de decisão. Vale ressaltar, que a Palinoecologia se mostrou eficaz nessa perspectiva, e que coleções de grãos de pólen e palinotecas são importantes acervos de informação para estudos em biodiversidade. Portanto, sugere-se aqui que essa ciência seja mais explorada para identificar as interações entre insetos e plantas, principalmente para região amazônica.

REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L.; RECH, A. R.; FERREIRA, M. G. Pollen Collected by Stingless Bees: A Contribution to Understanding Amazonian Biodiversity. In: VIT, P.; PEDRO, S. R. M.; ROUBIK, D. W. (Eds.). **Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology**. Berlim/GER: Springer International Publishing, 2018. p. 29-46.
- ABSY, M.
L. et al. Mise en evidence de quatre d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60000 dernières années. Première comparaison avec d'autres regions tropicales. **Compte Rendus de l'Academie des Sciences**, v. 312, n.2, p.673-678, 1991.
- ALEIXO, K. P. et al. Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepeletier) (Hymenoptera: Apidae) in an urban landscape. **Sociobiology**, v. 60, n. 3, p. 266-276, 2013.
- ALEIXO, K. P. et al. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance of pollinators, especially bees. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, n. 4, p. 689-696, 2014.
- ALIZADEH, K. et al. Forest-savanna boundary shift on the plateau of Serra Sul dos Carajás (southeastern Amazonia) since the mid-Holocene; driving forces and limiting factors. **Quaternary International**, v. 449, p. 12-21, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. Natural history of the oil-collecting bees. **Oecologia Australis**, v. 11, n.4, p.544-557, 2009.
- CAMARGO, A. J. A. **Coleções zoológicas: importância estratégica para o país e para o agronegócio em particular**. Portal do Agronegócio, 2009. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=33510>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- ANTONINI, Y.; COSTA, R. G.; MARTINS, R. P. Floral preferences of a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Apidae: Meliponina) in an urban forest fragment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 463-471, 2006.
- ARORA, A.; MODI, A. An acetolysis technique for pollen slide preparation. **Indian Journal of Aerobiology**, v. 21, p. 90-91, 2008.
- AUBIN, I.; MESSIER, C.; BOUCHARD, A. Can plantations develop understory biological and physical attributes of naturally regenerated forests? **Biol. Conserv.**, v. 141, p. 2461-2476, 2008.

BALDOCK, K.C.R. et al. Daily temporal structure in African savannah flower-visitation networks, and consequences for network sampling. **Ecology**, v. 92, p. 687-698, 2011.

BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 1989.

BERNARDO, M. L. S. **Amplitude do nicho trófico de *Tetragonisca angustula latreille, 1811* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) em um fragmento urbano no extremo sul de Santa Catarina, Brasil**. 2018. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.

BLACKMORE, S. Pollen and spores: microscopic Keys to understanding the earth's biodiversity. **Revista Plant Systematics and Evolution**, v. 263, p. 3-12, 2007.

BRADLEY, R. S. **Paleoclimatology: Reconstructing climates of the Quaternary**. 2. ed. [S.l]: Academic Press, 1999.

BROWN, R. C.; LEMMON, B. E. Spore Wall Development in *Andreaea* (Musci: Andreaeopsida). **American Journal of Botany**, v. 71, p. 412-420, 1984.

BUCHMANN, S. L.; HURLEY, J. P. A. Biophysical model for pollination in Angiosperms. **Journal of Theoretical Biology**, v. 72, p. 639-657, 1978.

CAMPBELL, A. J. et al. Pollinator restoration in Brazilian ecosystems relies on a small but phylogenetically-diverse set of plant families. **Scientific Reports**, v. 9, p. 17383, 2019.

CARVALHO, J. M. et al. Influence of nutriente management on growt and nutriente use efficiency of two plant species for mineland revegetation. **Restoration Ecology**, p. 1-8, 2017.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; RAMALHO, M. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. **Apidologie** v. 19, p. 1-24. 1988.

COSTA-LIMA, J. L.; LOIOLA, M. I. B. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Erythroxylaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1113-1124. 2018

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

CRALL, J. D. et al. Bumblebee flight performance in cluttered environments: effects of obstacle orientation, body size and acceleration. **Journal of Experimental Biology**, v. 218, n. 17, p. 2728-2737, 2015.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.

DECOURTYE, A.; MADER, E.; DESNEUX, N. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. **Apidologie** v. 41, p. 264–277. 2010.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

ERDTMAN. **Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms**. Alquist & Wiksell, Stockholm, 539 p., 1952.

FARIA, L. B. de. et al. Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012, 2012.

FARIA, L. B. de. **Nicho trófico de abelhas coletoras de óleo das tribos Centridini e Tetrapediini (Hymenoptera, Apidae) em diferentes escalas biológicas**. 2014. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

FERREIRA, M. G.; ABSY, M. L. Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona* (*Melikerria*) *interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. **Acta botânica Brasílica**, v.27, n.4, p.709-713, 2013.

_____.; _____. 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, n.3, p. 263-279, 2015.

_____.; _____. 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, 2017a.

_____.; _____. Pollen niche of *Melipona* (*Melikerria*) *interrupta* (Apidae: Meliponini) bred in a meliponary in a terra-firme forest in the central Amazon. **Palynology**, v. 41, p. 1-11, 2017b.

FERREIRA, M. G.; MANENTE-BALESTIERI, F. C. D.; BALESTIERI, J. B. P. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n.2, p. 258–262, 2010.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão Geral Sobre O Clima da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 101-126, 1998.

FREITAS, B. M.; SILVA, E. M. S. Potencial apícola da vegetação do semiárido Brasileiro. In: SANTOS, F. (Ed.). **Apium Plantae**. Recife: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. p. 19-32. (volume 3)

FUNK, J. L.; CLELAND, E. E.; SUDING, K. N.; ZAVALA E. S. Restoration through reassembly: plant traits and invasion resistance. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, p. 695-703, 2008.

GAERTNER, M.; FISHER, J. L.; SHARMA, G. P.; ESLER, K. J. Insights into invasion and restoration ecology: Time to collaborate towards a holistic approach to tackle biological invasions. **NeoBiota**, v. 12, p. 57-76. 2012.

GAGLIANONE, M. C. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de cerrado. In: ANAIS DO IV ENCONTRO SOBRE ABELHAS, Ribeirão Preto/SP, 2000. p. 246-256.

_____. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Fries, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 3, p. 191-200, 2005.

GASTAUER, M. et al. Mine lade rehabilitation: Modern ecological approaches for more sustainable mining. **J. Clean. Prod.**, v. 172, p. 1409-1422, 2018.

GIANNINI, T. C. et al. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 171, p. 39-46, 2013.

GREENLEAF, S. S. et al. Bee foraging ranges and their relationship to body size. **Oecologia**, v. 153, n. 3, p. 589-596, 2007.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 39, n. 4, p.509-530, dez. 2006.

GUIMARÃES J. T. F. et al. Source and distribution of pollen and spores in surface sediments of a plateau lake in south-eastern Amazonia. **Quaternary International**, v. 352, p. 181-196, 2014.

HEINRICH, B. The foraging specializations of individual bumblebees. **Ecological Monographs**, v. 46, p.105–128, 1976.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 299-306, 2000.

HOWER, F.N. **Plantas melíferas**. Barcelona: Reverte. 1953.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; RAMALHO, M. Pollen harvest by eusocial bees in a non-natural community in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 239-242, 1989.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. **Flores e Abelhas em São Paulo**. São Paulo: Edusp/ FAPESP, 1993.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Boletim de Zoologia**, v. 8, n. 8, p. 115-131, 1984.
- INGENITO, L. F. S. Minicurso: Curadoria de Coleções Zoológicas. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA, Espírito Santo, 2014.
- POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NGO, H. T. (Eds.). The assessment report on pollinators, pollination and food production. Germany: IPBES, 2016.
- JESUS, G. P.; AGUIAR, C. M. L. As abelhas (Hymenoptera: Apidae) e as plantas fontes de seus recursos em uma área de cerrado da Chapada Diamantina. **Seminário de Iniciação Científica**, n. 21, 2017.
- KISSER, J. **Bemerkungen zum Einschluss in glycerin gelatine**. Zeitschrift für Wissenschaftliche Mikroskopie und Mikroskopische Technik. Berlin: 1935.
- KOLLMANN, J. et al. Integrating ecosystem functions into restoration- recent advances and future directions. **Restor. Ecol.**, v. 24, p. 722-730, 2016.
- KORDBACHEH, F.; LIEBMAN, M.; HARRIS, M. Strips of prairie vegetation placed within row crops can sustain native bee communities. **PLoS ONE**, v. 15, p. e0240354, 2020.
- KREMEN, C. et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology letters**, v.10, p. 299-314, 2007.
- LEITE, F. T.; LEITE, C. T.; SOUZA, L.; CARRIJO, T. T. Tipos polínicos coletados por *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) em um fragmento de floresta atlântica no Espírito Santo. **Acta Scientiae et Technicae**, v. 3, n.1, 2015.
- LOPES, M. N. G.; SOUZA E. B.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia regional da Precipitação No Estado Do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, p. 84-102, 2013.
- LORENTE, F. L. et al. **Atlas Palinológico: Laboratório 14C – CENA/USP**. São Paulo: FEALQ, 2017.

- LORENZON, M. C. A.; MATRANGOLO, C. A. R.; SCHOEREDER, J. H. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul do Piauí. **Neotrop. Entomol.**, v. 32, n. 1, p. 27-36, 2003.
- LOUVEAUX J; MAURIZIO A; VORWOHL G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, v.59, n.4, p. 139-157, 1978.
- LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 83, p. 480-503, 1996.
- MAIA-SILVA, C. et al. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Meliponasubnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 378-385, 2014.
- MARQUES-SOUZA A. C. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 1-2, p. 77-86, 1996.
- MARQUES-SOUZA, A. E. **Espécies de plantas visitadas para coleta de pólen por cinco tipos de meliponíneos da Amazônia**. 199. 117 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 1999.
- MARQUES-SOUZA, A. C.; ABSY, M.L.; KERR, W.E. Pollen harvest features of the Central Amazonian bee *ScaptoTrigona fulvicutis* Moure 1964 (Apidae: Meliponinae), in Brazil. **Acta Bot. Bras.**, v. 21, p. 11-20. 2007.
- MARTINS, A. C. L.; RÊGO, M. M. C.; CARREIRA, L. M. M.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Espectro polínico de mel de tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). **Acta Amazônica**, v.41, p.183-90, 2011.
- MATEUS, S. **Abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do Cerrado da Estação Ecológica de Jataí- Luiz Antônio- SP**. 1998. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Entomologia) – Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1998.
- MEDAN, D. et al. Measuring generalization and connectance in temperate, long-lasting systems. In: WASER, N. M.; OLLERTON, J. **Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization**. Chicago: University of Chicago, 2006. p. 245-259.
- MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M.C. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. **Biota Neotrop**, v. 11, n. 4. 2011.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.

MICHENER, C. D. An interesting method of pollen collecting by bees from flowers with tubular anthers. **Revista de Biologia Tropical**, v. 10, p. 167-175, 1962.

MICHENER, C.D. **The Bees of the World**. Johns Hopkins, University Press Books, 2000.

MINCKLEY, R. L.; ROULSTON, T. H. **Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization**. Chicago; London: University of Chicago Press, 2006. p. 69-98.

MIRANDA, E. A. et al. Natural history and biogeography of *Partamona rustica*, an endemic bee in dry forests of Brazil. **Insectes sociaux**, v. 62, n. 3, p. 255-263, 2015.

MONTERO, I.; TORMO M. R. Análisis polínico de mieles de cuatro zonas de montaña de Extremadura. **Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española** v. 5, p. 71-78. 1990.

MORAES, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 35, p. 207-214, 2005.

MÜLLER, I. Die pollen analytische nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee-und bodenseegebiet. **Planta**, p. 36, 1947.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; PEREIRA, J. M. S.; COUTO, L. A. Estudo da polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbora italiana). **Científica**, v. 18, n. 1, p. 21-27, 1990.

NOGUEIRA-FERREIRA, F. H.; AUGUSTO, S. C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. **Biosci. J**, n. 23, p. 45-51, 2007.

NUNES J. A. et al. Soilvegetation relationships on a banded ironstone „island“, Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, p. 2097-2110. 2015.

OLESEN, J. M. et al. Temporal dynamics in a pollination network. **Ecology**, v. 89, p. 1573-1582, 2008.

OLESEN, P.; MOGENSEN, G. S. Ultrastructure, Histochemistry and Notes on Germination Stages of Spores in Selected Mosses. **The Bryologist**, v. 81, p. 493-516, 1978.

OLIVEIRA, F. P. M.; ABSY, M. L.; MIRANDA, I. S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus-Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 505-518, 2009.

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

OSPINA-TORRES, R. et al. Interaction networks and the use of floral resources by male orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in a primary rain forests of the Chocó Region (Colombia). **Revista de Biología Tropical**, v. 63, n. 3, p. 647-658, 2015.

PALAZUELOS BALLIVIAN, J. M. P. **Abelhas nativas sem ferrão - Mýg**. São Leopoldo: Oikos, 2008. 128 p.

PARADELLA, W. R.; SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. A geobotanical approach to the tropical rain forest environment of the Carajás Mineral Province (Amazon Region Brazil) based on digital TM and DEM data. **International Journal of Remote**, v. 15, n. 8, 1994.

PETANIDOU, T. et al. Long-term observation of a pollination network: fluctuation in species and interactions, relative invariance of network structure, and implications for estimates of specialization. **Ecol. Lett.**, v. 11, p. 564-575, 2008.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: John Wiley, 1977. 385 p.

PIRES, M. P.; PRANCE, G. T. The Vegetation Types of the Brazilian Amazon. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E (Eds.). **Key environments: Amazonia**. Oxford: Pergamon Oxford, 1985. p. 109-145.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. **Acta Bot Bras**, v. 3, p. 13-21, 1989.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **TREE**, v. 25, p. 345–353, 2010.

PYWELL, R. F. et al. Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. **Journal of Applied Ecology**, v. 39, p. 294-309, 2002.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RAMALHO, M. et al. Characterization of some southern Brazilian honey and bee plants through pollen analysis. **Journal of Apicultural Research**, v. 30, p. 81-6, 1991.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honey bees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: A review. **Apidologie**, Paris, v. 21, n. 5, p. 469-488, 1990.

RAVEN, P.; EVERT, R.; EICHHORN, S. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 7. ed., 2007.

REZENDE, A. C. C. **Caracterização das fontes de recursos tróficos para abelhas dos gêneros melipona e scaptotrigona nas áreas da comunidade indígena sateré mawé, Amazonas.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA (Manaus), 2020.

RIBEIRO, E. K. M. D.; RÊGO, M. M. C.; MACHADO, I. C. S. Pollen loads of pollinator bees of *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelity and alternative sources of flower resources. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p.165-171, 2008.

ROCHA-FILHO, L. C. et al. Floral resources used by Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in coastal ecosystems of the Atlantic Forest. **Psyche: A Journal of Entomology**, 2012.

ROCHA-FILHO, L. C.; SILVA, C. I.; GAGLIANONE, M. C.; AUGUSTO, S. C. Nesting behavior and natural enemies of *Epicharis* (*Epicharis*) *bicolor* Smith, 1854 (Hymenoptera Apidae). **Tropical Zoology**, v.21, p. 227-242, 2008.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge: University Press, New York, 1989.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Italy. 1995.

ROULSTON, T. H.; CANE, J. H.; BUCHMANN, S.L. What governs the protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? **Ecological Monographs** v. 70, p. 617– 643. 2000.

SAHOO, P. K. et al. Influence of seasonal variation on the hydro-biogeochemical characteristics of two upland lakes in the Southeastern Amazon, Brazil. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, v. 88, n. 4, p. 2211-2227, 2016.

SANTOS, A. P. et al. Interações entre abelhas e plantas no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, município de São Francisco de Paula, RS. **XI Salão de Iniciação Científica PUCRS**, 2010.

SANTOS, F. A. R. et al. Plantas do semiárido importantes para as abelhas. In: SANTOS, F. A. R. (Ed.). **Apium Plantae**. Recife: IMSEAR, 2006. p. 61-86.

SANTOS, L. A. S.; GONDIM, M. J. C. Ações para a organização de uma coleção didática de zoologia em uma escola de Uberlândia, MG. **Rev. Ciênc. Ext.**, v. 9, n. 2, p. 19-27, 2013.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication.** Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M.C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

SILVA, C. I. et al. **Catálogo Polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro**. EDUFU, Uberlândia. 2010.

SILVA, C. I. et al. Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 56, p. 748-760, 2012.

SILVA, M. F. F. Análise florística da vegetação que ocorre sobre canga hematítica em Carajás, Pará (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 7, p. 79-107, 1991.

SKIRYCH, A. et al. Canga biodiversity, a matter of mining. **Front Plant Science**, v. 5, p. 1-9, 2014.

SMITH, A.R. et al. Pollen use by Megalopta sweat bees in relation to resource availability in a tropical forest. **Ecological Entomology**, v. 37, p. 309–317, 2012.

SOBRAL, M. et al. Myrtaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171>. Acesso em: 19 dez. 2020.

TAKAHASHI, M. **Evolution and diversification of land plants**. New York: Springer-Verlag, 1997.

THIELE, R.; INOUE, B. D. Nesting biology, seasonality, and mating behavior of *Epicharis metatarsalis* (Hymenoptera: Apidae) in Northeastern Costa Rica. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 100, n. 4, p. 596-602, 2007.

THORP, R. W. The collection of pollen by bees. **Plant Systematics and Evolution** v. 222, p. 211-223. 1999.

TIWARI, P.; TIWARI, J.K.; BALLABHA, R. Studies on sources of bee-forage for rock bee (*Apis dorsata* F.) from Garhwal Himalaya, India: A Melissopalynological Approach. **Nature and Science**, v. 8, n. 6, p. 5-15, 2010.

TORRES, C.; GALETTO, L. Style morphological diversity of some Asteraceae species from Argentina: systematic and functional implications. **Journal of Plant Research**, v. 120, p. 359-364, 2008.

WASER, N. M. Flower constancy: definition, cause, and measurement. **American Naturalist**, v.127, p.593–603, 1986.

WILLE, A. Biology of the stingless bees. **Annual review of entomology**, v. 28, n. 1, p. 41-64, 1983

WITTMANN, D.; SCHLINDWEIN, C. Melittophilus Plants, their pollen and flower visiting bees in Southern Brazil. 1. Loasaceae. **Biociências**, v. 3, p. 19-34, 1995.

ZAPPI, D. C. et al. **Plantas nativas para recuperação de áreas de mineração em Carajás**. Bélem, PA: Instituto Tecnológico Vale (ITV), 2018.

APÊNDICES

Apêndice A: Base de dados

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundancia
Apidae	<i>Xylocopa</i>	<i>frontalis</i>	Oliver, 1789	Canaã dos carajás	3	Asteraceae	<i>Leucacantha</i>	sp.	Nieuwl. & Lunell	0.5	2	Ocasional
						Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	15	60	Acessório
						Fabaceae	<i>Periandra</i>	<i>mediterranea</i>	(Vell.) Taub	4.5	18	Isolado importante
						Fabaceae	<i>Dioclea</i>	<i>apurensis</i>	Kunth	10	40	Isolado importante
						Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	<i>flexuosa</i>	(L.) Greene	1	4	Ocasional
						Euphorbiaceae	<i>Maprounea</i>	sp.	Aubl.	0.75	3	Ocasional
						Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>acustitipula var. ferrea</i>	Barneby	0.5	2	Ocasional
						Fabaceae	<i>Apuleia</i>	<i>leiocarpa</i>	(Vogel) J.F.Macbr.	68.25	273	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>nobilis</i>	Westwood, 1840	Canaã dos carajás	2	Melastomataceae	<i>Pleroma</i>	<i>carajasense</i>	K. Rocha, R. Goldenb. & F.S. Mey.	76.5	306	Dominante
						Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>grandiflorum</i>	Ruiz & Pav.	27	108	Acessório
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	3.5	14	Isolado importante
						Euphorbiaceae	<i>Sapium</i>	<i>argutum</i>	(Müll.Arg.) Huber	0.25	1	Ocasional
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>guinae</i>	Cockerell, 1910	Água Azul do Norte	1	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	sp.1	C.B. Rob.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>denudas</i>	Lepeletier, 1843	Canaã dos carajás	3	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>grandiflorum</i>	Ruiz & Pav.	61.75	247	Dominante
						Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	sp.	L.	13	52	Isolado

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
												importante
						Fabaceae	<i>Crotalaria</i>	<i>maypurensis</i>	Kunth	6.75	27	Isolado importante
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	2.75	11	Ocasional
						Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	<i>flexuosa</i>	(L.) Greene	6.25	25	Isolado importante
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	0.5	2	Ocasional
						Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	1	4	Ocasional
Apidae	<i>Tetragona</i>	<i>clavipes</i>	Fabricius, 1804	Parauapebas	2	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	sp.	Sw.	99	396	Dominante
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	0.75	3	Ocasional
						Poaceae				0.25	1	Ocasional
Apidae	<i>Xylocopa</i>	<i>aurulenta</i>	Fabricius, 1804	Parauapebas	1	Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	<i>splendens</i>	(Sw.) DC.	96.5	386	Dominante
						Verbenaceae	<i>Lantana</i>	<i>paraensis</i>	(Moldenke) R.W.	3.5	14	Isolado importante
Apidae	<i>Epicharis</i>	<i>fasciata</i>	Lepeletier & Serville, 1828	Parauapebas	7	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	94.75	379	Dominante
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	sp. 3	C.B. Rob.	5.25	21	Isolado importante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>dimidiata</i>	Smith, 1854	Parauapebas	6	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	96.25	385	Dominante
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	3.75	15	Isolado importante
Apidae	<i>Tetragona</i>	<i>truncata</i>	Moure, 1971	Canaã dos carajás	2	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	sp.	Sw.	99	396	Dominante
						Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i>	sp.	L.	1	4	Ocasional
Apidae	<i>Epicharis</i>	<i>flava</i>	Friese, 1900	Canaã dos	8	Melastomataceae	<i>Rhynchanthera</i>	sp.	DC.	24.25	97	Acessório

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
				carajás		Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>	Aubl.	63	252	Dominante
						Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>acustistipula var ferrea</i>	Barneby	1	4	Ocasional
						Fabaceae	<i>Neptunia</i>	sp.	Lour.	3.5	14	Isolado importante
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	7.25	29	Isolado importante
						Malpighiaceae	<i>Malpighia</i>	<i>glabra</i>	L.	1	4	Ocasional
Apidae	<i>Ptilotrigona</i>	<i>lurida</i>	Smith, 1854	Parauapebas	1	Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	<i>splendes</i>	(Sw.) DC.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>chanchamayonensis</i>	Schwarz, 1948	Parauapebas	2	Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>seminigra pernigra</i>	Moure & Kerr, 1950	Parauapebas	3	Melastomataceae	<i>Rhynchanthera</i>	sp.	DC.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>williana</i>	Friesse, 1900	Parauapebas	2	Rubiaceae	<i>Alibertia</i>	<i>edulis</i>	(Rich.) A.Rich. ex DC., Prodr	97	388	Dominante
						Malvaceae	<i>Pseudobombax</i>	<i>longiflorum</i>	(Mart. & Zucc.) A.Robyns	3	12	Isolado importante
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>seminigra pernigra</i>	Moure & Kerr, 1950	Canaã dos carajás	14	Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>	Aubl.	99	396	Dominante
						Arecaceae	<i>Euterpe</i>	<i>oleracea</i>	Mart.	1	4	Ocasional
Apidae	<i>Epicharis</i>	<i>affinis</i>	Smith, 1874	Água Azul do Norte	1	Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp. 3	L.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Eulema</i>	<i>pseudocingulata</i>	Oliveira, 2006	Canaã dos carajás	6	Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	<i>flexuosa</i>	(L.) Greene	17	68	Acessório
						Ochnaceae	<i>Sauvagesia</i>	<i>tenella</i>	Lam.	0.25	1	Ocasional
						Melastomataceae	<i>Pleroma</i>	<i>carajasense</i>	K. Rocha, R. Goldenb. & F.S. Mey.	82.75	331	Dominante

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>spinipes</i>	Fabricius, 1793	Canaã dos carajás	2		Tipo 2			74.75	299	Dominante
						Rubiaceae	<i>Borreria</i>	<i>tenera</i>	DC.	25.25	101	Acessório
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>seminigra pernigra</i>	Moure & Kerr, 1950	Ourilandia do norte	1	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>paniculatum</i>	L.	98	392	Dominante
						Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>pubida</i> var. <i>hispid</i> <i>a</i>	Brenan, Kew Bull.	2	8	Ocasional
Apidae	<i>Aparatrigona</i>	<i>impunctata</i>	Ducke, 1916	Parauapebas	1	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	sp.2	C.B. Rob.	55	220	Dominante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>chanchamayonensis</i>	Schwarz, 1948	Canaã dos carajás	4	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	86	344	Dominante
						Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>octovalvis</i>	(Jacq.) PHRaven	14	56	Isolado importante
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>seminigra pernigra</i>	Moure & Kerr, 1950	Canaã dos carajás	8	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>acustistipula</i> var. <i>ferrea</i>	Barneby	100	400	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>americana</i>	Klug, 1810	Canaã dos carajás	1	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	25	100	Acessório
						Fabaceae	<i>Cassia</i>	sp.	L.	71.25	285	Dominante
						Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>crinitum</i>	Lam.	3	12	Isolado importante
						Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	0.75	3	Ocasional
Apidae	<i>Centris</i>	<i>denudans</i>	Lepeletier, 1841	Canaã dos carajás	3	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>grandiflorum</i>	Ruiz & Pav.	74.5	298	Dominante
						Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	<i>flexuosa</i>	(L.) Greene	2.75	11	Ocasional
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	3.25	13	Isolado importante
						Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	19.5	78	Acessório
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>cilipes</i>	Fabricius, 1804	Parauapebas	1	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>mimuloides</i>	Schltld. & Cham.	2.5	10	Ocasional
						Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	sp.	L.	97.5	390	Dominante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>spinipes</i>	Fabricius, 1793	Água Azul do Norte	1	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	94	376	Dominante
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	sp. 2	C.B. Rob.	6	24	Isolado

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
												importante
Apidae	<i>Cephalotrigona</i>	<i>capitata</i>	(Smith, 1854)	Canaã dos carajás	1	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	100	400	Dominante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>chanchamayonensis</i>	Schwarz, 1948	Canaã dos carajás	14	Passifloraceae	<i>Turnera</i>	sp.	L.	73.25	293	Dominante
						Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	<i>splendes</i>	(Sw.) DC.	26.75	107	Acessório
Apidae	<i>Geotrigona</i>	<i>aequinoctialis</i>	(Ducke, 1925)	Canaã dos carajás	10	Asteraceae 1				84.25	337	Dominante
						Rubiaceae	<i>Borreria</i>	sp.1	G. Mey.	9	36	Isolado importante
						Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>pubida var. hispida</i>	Brenan, Kew Bull.	6.75	27	Isolado importante
Apidae	<i>Aparatrigona</i>	<i>impunctata</i>	Ducke, 1916	Canaã dos carajás	1	Rubiaceae	<i>Spermacoce</i>	<i>tenella</i>	Kunth	100	400	Dominante
Apidae	<i>Epicharis</i>	<i>flava</i>	Friese, 1900	Parauapebas	1	Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp. 1	Ruiz & Pav.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Bombus</i>	<i>transversalis</i>	(Olivier, 1789)	Canaã dos carajás	3	Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp.1	L.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Partamona</i>	<i>combinata</i>	Pedro & Camargo, 2003	Parauapebas	4	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>mimuloides</i>	Schltld. & Cham.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>vittata</i>	Lepeletier, 1841	Canaã dos carajás	1	Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	4	16	Isolado importante
						Fabaceae	<i>Dioclea</i>	<i>apurensis</i>	Kunth	22.75	91	Acessório
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	50.25	201	Dominante
						Fabaceae	<i>Abrus</i>	<i>fruticulosa</i>	Wight & Arn.	23	92	Acessório
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>seminigra pernigra</i>	Moure & Kerr, 1950	Canaã dos carajás	7	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>paniculatum</i>	L.	31.5	126	Acessório
						Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>	Aubl.	30.25	121	Acessório
Apidae	<i>Centris</i>	<i>longimana</i>	Klug, 1810	Canaã dos	1	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	1.5	6	Ocasional

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
				carajás		Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>paniculatum</i>	L.	98.5	394	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>ferruginea</i>	Lepeletier, 1841	Canaã dos carajás	4	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>paniculatum</i>	L.	62.75	251	Dominante
						Melastomataceae	<i>Rhynchanthera</i>	sp.	DC.	28.75	115	Acessório
						Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>grandiflorum</i>	Ruiz & Pav.	9.5	38	Isolado importante
						Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>grandiflorum</i>	Ruiz & Pav.	11.25	45	Isolado importante
Apidae	<i>Bombus</i>	<i>brevivilus</i>	Franklin, 1913	Canaã dos carajás	15	Fabaceae	<i>Apuleia</i>	<i>leocarpa</i>	(Vogel) J.F.Macbr.	60	240	Dominante
						Bignoniaceae	<i>Pleonotoma</i>	<i>jasminifolia</i>	(Kunt) Miers	28.75	115	Acessório
						Clusiaceae	<i>Garcinia</i>	<i>madruno</i>	(Kunt) Hammel	27	108	Acessório
Apidae	<i>Centris</i>	sp.		Canaã dos carajás	7				K. Rocha, R. Goldenb. & F.S. Mey.			
						Melastomataceae	<i>Pleroma</i>	<i>carajasense</i>		34.25	137	Acessório
						Fabaceae	<i>Sclerolobium</i>	sp.	Vogel	38.75	155	Acessório
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>recurva</i>	Smith, 1863	Parauapebas	4	Humiriaceae	<i>Sacoglottis</i>	<i>mattogrossensis</i>	Malme	96.75	387	Dominante
						Ochnaceae	<i>Sauvagesia</i>	<i>tenella</i>	Lam.	3.25	13	Isolado importante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>williana</i>	Friese, 1900	Parauapebas	8	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>mimuloides</i>	Schltld. & Cham.	100	400	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>scopipes</i>	Friese, 1899	Canaã dos carajás	1	Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	96.25	385	Dominante
						Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>paniculatum</i>	L.	2.25	9	Ocasional
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	1.5	6	Ocasional
Megachilidae	<i>Megachile</i>	<i>(leptorachis)</i>	Mitchell, 1934	Canaã dos carajás	1	Fabaceae	<i>Sclerolobium</i>	<i>paniculatum</i>	Vogel	100	400	Dominante
Apidae	<i>Xylocopa</i>	<i>suspecta</i>	Moure & Camargo, 1988	Parauapebas	1	Melastomataceae	<i>Tibouchina</i>	<i>karstenii</i>	Cogn.	100	400	Dominante

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>pallens</i>	Fabricius, 1798	Canaã dos carajás	5	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>crinitum</i>	Lam.	9	36	Isolado importante
						Asteraceae	<i>Cavalcantia</i>	<i>glomerata</i>	R.M.King & H. Rob.	1	4	Ocasional
Apidae	<i>Scaptotrigona</i>			Canaã dos carajás	1	Asteraceae	<i>Cavalcantia</i>	<i>glomerata</i>	R.M.King & H. Rob.	95	380	Dominante
						Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>nelson-rosae</i>	Plowman.	5	20	Isolado importante
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>melanoventer</i>	Schwarz, 1932	Canaã dos carajás	4	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>grandiflorum</i>	Ruiz & Pav.	99	396	Dominante
						Bignoniaceae	<i>Fredericia</i>	sp.	G. Don	1	4	Ocasional
Apidae	<i>Tetragonisca</i>	<i>angustula</i>	Latreille, 1811	Parauapebas	1	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>annulata</i>	Koehne	100	400	Dominante
Apidae	<i>Epicharis</i>	<i>pygialis</i>	Friese, 1900	Parauapebas	1	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	100	400	Dominante
Apidae	<i>Scaptotrigona</i>	<i>xanthotricha</i>	Moure, 1950	Parauapebas	2	Vochysyaceae	<i>Callisthene</i>	<i>microphylla</i>	Warn.	55.75	223	Dominante
						Humiriaceae	<i>Sacoglottis</i>	sp.	Mart.	10.25	41	Isolado importante
Apidae	<i>Cephalotrigona</i>	<i>capitata</i>	(Smith, 1854)	Parauapebas	2	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>mimuloides</i>	Schltld. & Cham.	99.25	397	Dominante
						Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	sp.	L.	0.75	3	Ocasional
Apidae	<i>Centris</i>	<i>varia</i>	Erichson, 1849	Canaã dos carajás	1	Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>	Aubl.	61	244	Dominante
						Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	31	124	Acessório
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>malifolia</i>	(Nees & Mart.)	7.25	29	Isolado importante
						Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	sp. 2	(L.) Moench	0.5	2	Ocasional
						Euphorbiaceae	<i>Sapium</i>	sp.	Jacq.	0.25	1	Ocasional
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>interrupta</i>	Latreille, 1811	Canaã dos	2	Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>grata</i>	Schauer.	84	336	Dominante

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
				carajás		Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>campaniforme</i>	Roem. & Shult.	16	64	Acessório
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>dallatorreana</i>	Friese, 1900	Parauapebas	1	Fabaceae	<i>Bauhinia</i>	<i>pulchella</i>	Benth.	1.75	7	Ocasional
Megachilidae	<i>Megachile</i>	<i>(pseudocentron)</i>	Mitchell, 1934	Canaã dos carajás	5	Fabaceae	<i>Cenostigma</i>	<i>tocantinus</i>	Ducke	4.5	18	Isolado importante
						Asteraceae	<i>Lepidaploa</i>	<i>paraensis</i>	(H.Rob.) H.Rob.	90.75	363	Dominante
						Fabaceae	<i>Anadenanthera</i>	<i>peregrina</i>	(L.) Speg.	0.25	1	Ocasional
						asteraceae	<i>Cavalcantia</i>	<i>glomerata</i>	R.M.King & H. Rob.	1.75	7	Ocasional
						Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>pudica</i> var. <i>hispid</i> a	Brenan, Kew Bull.	2.75	11	Ocasional
Apidae	<i>Aparatrigona</i>	<i>impunctata</i>	Ducke, 1916	Parauapebas	1	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>mimuloides</i>	Schltld. & Cham.	35.25	141	Acessório
Megachilidae	<i>Megachile</i>	<i>orba</i>	Schrottky, 1913	Canaã dos carajás	1	Fabaceae	<i>Camptosema</i>	<i>ellipticum</i>	(Desv.) Burkart	81.5	326	Dominante
						Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i>	sp.	Vahl	18.5	74	Acessório
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>fuliginosa</i>	Lepeletier, 1836	Parauapebas	4	Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>	Aubl.	88	352	Dominante
						Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pilosissimum</i>	Engl.	12	48	Isolado importante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>amazonensis</i>	Ducke, 1916	Parauapebas	3	Fabaceae	<i>Bauhinia</i>	<i>pulchella</i>	Benth.	7.75	31	Isolado importante
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>seminigra pernigra</i>	Moure & Kerr, 1950	Parauapebas	8	Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>grata</i>	Schauer.	93.5	374	Dominante
						Sapindaceae	<i>Serjania</i>	sp.	Mill.	6.5	26	Isolado importante
Apidae	<i>Melipona</i>	<i>interrupta</i>	Latreille, 1811	Abel figueiredo	2	Fabaceae	<i>Periandra</i>	<i>mediterranea</i>	(Vell.) Taub	100	400	Dominante
Apidae	<i>Xylocopa</i>	<i>suspecta</i>	Moure & Camargo, 1988	Canaã dos carajás	1	Fabaceae	<i>Cassia</i>	sp.	L.	23	92	Acessório
						Hypericaceae	<i>Vismia</i>	sp.	Vang	77	308	Dominante
Apidae	<i>Epicharis</i>	<i>flava</i>	Friese, 1900	Parauapebas	3	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>	(Cav.) Rich. ex	83.25	333	Dominante

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundância
									Kunth			
						Melastomataceae	<i>Miconia</i>	sp.	Ruiz & Pav.	7.5	30	Isolado importante
						Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	sp 5	C.B. Rob.	5.75	23	Isolado importante
						Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	<i>splendes</i>	(Sw.) DC.	3.5	14	Isolado importante
Apidae	<i>Tetragona</i>	<i>clavipes</i>	(Fabricius, 1804)	Canaã dos carajás	6	Rubiaceae	<i>Borreria</i>	sp 1	G. Mey.	0.75	3	Ocasional
Apidae	<i>Cephalotrigona</i>	<i>femorata</i>	(Smith, 1854)	Canaã dos carajás	1	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>spicata</i>	(Cav.) Rich. ex Kunth	25.75	103	Acessório
						Asteraceae 2				32.75	131	Acessório
Megachilidae	<i>Megachile</i>	<i>laeta</i>	Smith, 1853	Ourilandia do Norte	1	Fabaceae	<i>Sclerolobium</i>	<i>paniculatum</i>	Vogel	18	72	Acessório
Apidae	<i>Scaptotrigona</i>	<i>postica</i>	(Latreille, 1807)	Canaã dos carajás	2	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>pudica var. hispid a</i>	Brenan, Kew Bull.	87.25	349	Dominante
						Rubiaceae	<i>Borreria</i>	sp 1	G. Mey.	12.75	51	Isolado importante
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>chanchamayonensis</i>	Schwarz, 1948	Parauapebas	9	Lytraceae	<i>Cuphea</i>	<i>mimuloides</i>	Schltld. & Cham.	6	24	Isolado importante
Apidae	<i>Scaptotrigona</i>	<i>xanthotricha</i>	Moure, 1950	Canaã dos carajás	8	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>acustistipula var ferrea</i>	Barneby	100	400	Dominante
Apidae	<i>Centris</i>	<i>analís</i>	Lepeletier, A. L. M. (1841).	Canaã dos carajás	2		Tipo 1			83.5	334	Dominante
						Malpighiaceae				16.5	66	Acessório
Apidae	<i>Trigona</i>	<i>dallatorreana</i>	Friese, 1900	Canaã dos carajás	2		Tipo 3			98.25	393	Dominante
						Fabaceae	<i>Bauhinia</i>	sp.	L.	1.75	7	Ocasional

Família	Gênero	Epíteto	Autor	Localidade	N. indivíduos	Família	Gênero	Espécie	Autor	%	Quantidade	Classes de abundancia
Apidae	<i>Centris</i>	<i>maranhensis</i>	Ducke, 1910	Canaã dos carajás	2	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>paniculatum</i>	L.	34	136	Acessório
						Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp 2	L.	62.25	249	Dominante
						Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	<i>flexuosa</i>	(L.) Greene	3.75	15	Isolado importante