

Caracterização botânica e avaliação do potencial antimicrobiano do mel produzido por *Apis mellifera* L., *Melipona scutellaris* Latreille e *Tetragonisca angustula* Latreille (Hymenoptera: Apidae) em um fragmento de floresta ombrófila densa no estado da Bahia, Brasil

Botanical characterization and evaluation of the antimicrobial potential of honey produced by Apis mellifera L., Melipona scutellaris Latreille and Tetragonisca angustula Latreille (Hymenoptera: Apidae) in a fragment of dense rainforest in the State of Bahia, Brazil

Marcel Carvalho de Jesus ¹ ✉, Débora Cavalcante de Oliveira ¹, Luis Enrique Rodriguez Figueroa ², Hugo Neves Brandão ³, Hélio Mitoshi Kamida ⁴ & Francisco de Assis Ribeiro dos Santos ¹

1. Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.
2. Departamento de Ciências Exatas e da Terra – Campus II/Alagoinhas, Universidade do Estado da Bahia, Alagoinhas, Bahia, Brasil.
3. Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.
4. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Palavras-chave

Melissopalynologia. Pólen. MIC.

Keywords

Melissopalynology. Pollen. MIC.

Doi

doi.org/10.33447/paubrasilia.v3i2.40

Recebido em: 27/05/2020

Accite em: 05/08/2020

Editor responsável: Gleidson V. Marques (UFSB)

ISSN: 2595-6752

Resumo

Este estudo busca caracterizar, através dos grãos de pólen, a origem botânica de amostras de mel produzido por *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* e *Tetragonisca angustula*, identificando recursos vegetais partilhados e analisando também a capacidade antimicrobiana das amostras. Trinta amostras foram analisadas e 13 apresentaram atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*. Foram identificados 154 tipos polínicos compondo o espectro polínico dos méis analisados; 133 tiveram sua afinidade botânica inferida. Desses tipos polínicos, 82 foram observados nos méis de *M. scutellaris*, 75 nos méis de *A. mellifera* e 56 nos de *T. angustula*. Vinte tipos polínicos foram compartilhados nos méis das três espécies de abelha, merecendo destaque, por sua representatividade, as famílias Myrtaceae e Fabaceae. Apenas sete tipos ocuparam a classe de frequência de pólen dominante. A partir dos dados levantados, observa-se que os méis estudados se caracterizam como multiflorais e apenas alguns deles apresentam atividade antimicrobiana contra *S. aureus*.

Abstract

This study aimed to characterize, through pollen grains, the botanical origin of honey samples produced by Apis mellifera, Melipona scutellaris, and Tetragonisca angustula, identifying shared plant resources and also analyzing the antimicrobial capacity of the samples. Thirty samples were analyzed and 13 showed antimicrobial activity against Staphylococcus aureus. One hundred fifty-four pollen types were identified composing the pollen spectrum of the analyzed honey; 133 had their botanical affinity inferred. Of these pollen types, 82 were observed in the honey of M. scutellaris, 75 in A. mellifera and 56 in T. angustula. Twenty pollen types were shared in the honey of all bee species; the Myrtaceae and Fabaceae families standing out for their representativeness. Only seven types were classified as predominant pollen. The honey samples are characterized as multifloral, and only some of them have antimicrobial activity against S. aureus.



Introdução

A longa coevolução de abelhas e angiospermas resultou em uma relação abelha-planta intrincada e mutuamente benéfica. Para as abelhas, o néctar das plantas e o pólen são as principais fontes alimentares de carboidratos e proteínas. Por outro lado, as plantas precisam de polinizadores (Erlar; Moritz, 2016; Bankova et al., 2018). Para que essa coevolução mantenha sucesso é imprescindível que as plantas forneçam alimentos livres de patógenos para as abelhas. Assim, o néctar oferecido por uma flor não deve ser fermentado, nem o pólen deve estar contaminado com patógenos fúngicos. Portanto, não é surpreendente que as plantas adicionem metabólitos especializados ao néctar para impedir a degradação microbiana (Stevenson et al., 2017; Bankova et al., 2018).

Dessa forma, enquanto forrageiam para satisfazer sua demanda nutricional básica, as abelhas inevitavelmente coletam metabólitos especializados das plantas como parte do néctar e do pólen. Em geral, estes compostos possuem atividade biológica que pode ser relevante para combater pragas e patógenos não só na colmeia (Bankova et al., 2018).

Utilizado há séculos como alimento natural e como medicamento, o mel é resultado da desidratação e transformação do néctar, a partir da combinação com substâncias próprias das abelhas. Geralmente, o mel é composto por uma complexa mistura de carboidratos, apresentando outras substâncias menos frequentes, como ácidos orgânicos, aminoácidos, proteínas, vitaminas, lipídios, compostos aromáticos, flavonoides, grãos de pólen e outras substâncias (Almeida-Muradian et al., 2013).

Os efeitos bactericida e bacteriostático do mel sobre diversos microrganismos Gram-positivos e Gram-negativos já são bem documentados na literatura, assim como seus efeitos antifúngicos. A possibilidade de eliminar esses microrganismos é atribuída à osmolaridade, ao pH, à concentração de H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) e à presença de outros compostos fitoquímicos naturais, i.e. seu conteúdo de derivados da tetraciclina, peroxidases, amilases, ácidos graxos, fenóis, ácido ascórbico, flavonoides, estreptomicina, sulfatiazol, terpenos, álcool benzílico e ácidos benzóicos (Molan, 1992; Mulu et al., 2004; Montenegro; Mejías, 2013).

Um dos principais problemas para aplicação do mel em diferentes usos – e.g. como parte de cosméticos, aditivos alimentares, dispositivos médicos ou medicamento – é a necessidade de padronização do produto. Sem dúvidas, o problema mais significativo atrelado a isto é a variabilidade de sua composição química, determinada em maior grau pelas diversas plantas utilizadas e pelas espécies de abelhas transformadoras.

Nesse contexto, a melissopalínologia apresenta-se como uma importante ferramenta, pois atua na obtenção de dados sobre o comportamento de forrageamento das abelhas, à medida que desempenha papel eficaz na avaliação da origem botânica e até geográfica do mel, assegurando sua qualidade (Jones; Bryant Jr., 2004). Assim, os dados gerados a partir das análises palinológicas do mel são extremamente valiosos no processo de padronização do produto.

O presente estudo tem como objetivo identificar o espectro polínico presente nos méis produzidos por uma mesma colmeia, de três espécies diferentes de abelhas – *Apis mellifera* Linnaeus, 1758,

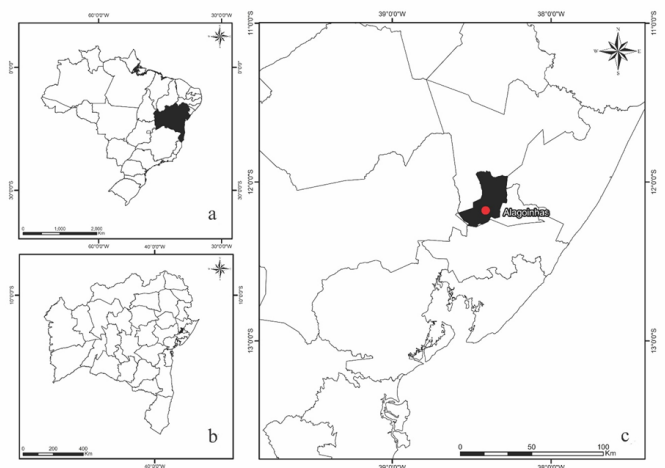
Melipona scutellaris Latreille, 1811 e *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 – durante o período de um ano, avaliando também o potencial antimicrobiano das amostras.

Material e Métodos

Área de estudo

A pesquisa foi conduzida em um fragmento florestal ombrófilo denso localizado no município de Alagoinhas, Bahia, sob as coordenadas 12°10'42"S; 38°24' 43"W, altitude de 150 m, com área de 150 ha, pertencente à Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *campus* II – Alagoinhas. Nessa área são mantidas as colônias de abelhas cujos méis foram extraídos para análises (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo, município de Alagoinhas, Bahia, Brasil. a. Mapa do Brasil com destaque no estado da Bahia. b. Mapa da Bahia com destaque no Município de Alagoinhas. c. Município de Alagoinhas com indicação da área de estudo.



Amostragem

As amostras de mel utilizadas neste trabalho foram coletadas mensalmente durante o período de outubro de 2016 a setembro de 2017, totalizando 30 amostras analisadas. Nos meses de junho e julho de 2017, as colmeias não apresentaram produção de mel suficiente para retirada das amostras. A codificação das amostras foi realizada utilizando-se as letras iniciais da espécie de abelha, do produto estudado e do mês de coleta.

Preparação das amostras de mel para análise microbiológica

A umidade das amostras de mel foi mensurada por refratometria a 20 °C e a interpretação dos resultados feita através da tabela de Chataway (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Após este processo, alíquotas de mel foram pesadas e, considerando seus teores de umidade e sólidos dissolvidos, diluídas em água ultrapura – essa medida visou a equilibrar a maior umidade presente nos méis de abelhas-sem-ferrão. A mistura foi filtrada utilizando-se membrana com poros de 0,22 µm de diâmetro. Os méis foram testados em concentrações que variaram de 10 a 0,1 mg/mL.

Análise da atividade antimicrobiana das amostras

As amostras de mel foram avaliadas quanto à atividade antimicrobiana aplicando-se testes de microdiluição em caldo, segundo os protocolos e adaptações propostos por Clinical and Laboratory Standards Institute – CLSI (2008; 2012). As amostras foram testadas em triplicata contra os microrganismos *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC® 25922™), *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC® 27853™), *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC® 25923™) e a levedura *Candida albicans* (Robin) Berkhout (ATCC® 10231™). A concentração inibitória mínima (MIC), parâmetro adotado para avaliar a atividade antimicrobiana, foi realizada segundo as sugestões do CLSI expressas nos documentos M27-A3 (CLSI, 2008) e M07-A09 (CLSI, 2012).

O inóculo bacteriano foi ajustado a partir da escala 0.5 McFarland (1×10^8 UFC/mL) para obtenção da concentração final no poço de 5×10^5 UFC/mL. Para *C. albicans*, o inóculo foi ajustado a uma concentração final de $0,5 \times 10^3$ a $2,5 \times 10^3$ UFC/mL. As placas de microdiluição inoculadas com bactérias foram incubadas a 35 °C, durante um período de 24 horas em estufa bacteriológica, e as placas contendo leveduras, incubadas a 35 °C, durante período de 48 horas, em incubadora B.O.D.

Para auxílio na leitura dos resultados, a substância cloreto de 2, 3, 5-trifeniltetrazólio na concentração de 0,5% – que atua como revelador do crescimento microbiano –, foi utilizada após o período de incubação, procedendo-se à leitura das placas uma hora depois de acrescentada a substância. Como controles negativos foram utilizados os antibióticos cloranfenicol (30 µg/mL) e gentamicina (10µg/mL) para as bactérias e o antifúngico nistatina (100000 U.I./ml) para a levedura.

Processamento palinológico

O processamento palinológico das amostras de mel seguiu o método proposto por Louveaux et al. (1978), com adoção da dissolução da mistura de mel e água em etanol a 95 % (proporção 1:1:5), adaptação sugerida por Jones e Bryant Jr. (2004) que visa a minimizar a perda de grãos de pólen. Após este processo, o sedimento polínico resultante foi submetido à acetólise conforme Erdtman (1960). Cada amostra de mel teve seu conteúdo polínico preparado em cinco lâminas contendo gelatina glicerínada, uma delas contendo gelatina glicerínada com safranina. Essa última, utilizada apenas para a realização de fotomicrografias e observação de estruturas que se apresentem melhor evidentes quando coradas, fornecendo dados para a correta identificação do grão de pólen.

Identificação e contagem polínicas

A identificação dos tipos polínicos encontrados nas quatro lâminas preparadas com gelatina glicerínada não corada foi realizada a partir de comparação com as lâminas de referência depositadas na palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (LAMIV) na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e através de comparação com atlas palinológicos (Moncada; Salas, 1983; Roubik; Moreno, 1991; Martínez-Hernandez et al., 1993;

Carreira; Barth, 2003; Melhem et al., 2003; Silva et al., 2016, Lorente et al., 2017). Os tipos polínicos relacionados às espécies do gênero *Mimosa* (Fabaceae) estão em concordância com Lima et al. (2008). Todos os tipos polínicos identificados foram organizados conforme o sistema de classificação das Angiospermas APG IV (2016). O conceito de tipo polínico adotado seguiu as recomendações dos autores Joosten e de Klerk (2002) e Santos (2011). Foram quantificados 500 grãos de pólen por amostra de mel, utilizando as quatro lâminas preparadas em gelatina glicerínada não corada. Em seguida, adotaram-se as classes de frequência para tipos polínicos estabelecidas por Louveaux et al. (1978).

Análise estatística

Para realização da análise de componentes principais (PCA) foi utilizado o software livre PAST versão 4.02 (Hammer et al., 2001). Apenas dados palinológicos foram utilizados na análise.

Resultados e Discussão

Inúmeros méis de diferentes domínios fitogeográficos, origens florais e abelhas vem sendo testados ao longo do tempo contra uma grande diversidade de microrganismos. No entanto, é desconhecido um trabalho anterior a este que acompanhe uma colônia de três diferentes espécies de abelhas durante um ano de produção, avaliando o potencial antimicrobiano do mel produzido e seu espectro polínico. Incontáveis também são as diluições testadas que produzem resultados singulares para cada um dos méis, que em sua maioria não possuem uma origem botânica identificada. Esse é um ponto no qual os estudos melissopalínológicos tornam-se ferramentas indispensáveis, revelando dados importantes sobre a flora visitada pelas abelhas para composição do mel.

Cabe ressaltar, ainda, que os poucos estudos que buscam avaliar e comparar o potencial antimicrobiano de amostras pontuais de méis de diferentes espécies de abelhas, e identificar a concentração inibitória mínima (MIC) das amostras, desconsideram o fato das amostras de mel terem umidades diferentes, principalmente no que se refere a amostras de abelhas sem ferrão. Estas, em sua maioria, apresentam umidade superior às encontradas em amostras de *A. mellifera*, produzindo, assim, diluições finais maiores do que as esperadas e não equivalentes para comparação.

A análise polínica das amostras em estudo revelou um total de 154 tipos polínicos compondo o espectro polínico dos méis. Segundo Jesus et al. (2017), a flora identificada da região ao redor das colmeias é composta por 277 espécies de plantas. Assim, mais da metade das plantas localizadas no entorno das colmeias são utilizadas para a fabricação dos méis. Do total de tipos polínicos, 133 tiveram sua afinidade botânica inferida (Figura 2), merecendo destaque, por sua representatividade nos méis, as famílias Myrtaceae e Fabaceae, também apontadas como detentoras dos maiores números de espécie na flora da região (Jesus et al., 2017).

Entre os tipos polínicos identificados, 75 foram observados nos méis de *A. mellifera* (Tabela 1, Figura 3), 82 nos méis de *M. scutellaris* (Tabela 2, Figura 3) e 56 nos de *T. angustula* (Tabela 3,

Tabela 1. Concentração (%) de tipos polínicos encontrados nos méis de *Apis mellifera*.

Tipos polínicos	AMO	AMN	AMD	AMJ	AMF	AMM	AMA	AMMa	AMAg	AMS
Anacardiaceae										
<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	4,4	13	13	-	-	2,4	-	-	0,4
<i>Spondias tuberosa</i>	-	-	-	-	3	-	1,6	1,3	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	-	-	-	-	36,6	14,4	23,4	51,2	-	0,9
Arecaceae										
<i>Bactris</i>	-	-	-	0,2	-	0,4	-	-	-	-
<i>Cocos nucifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	3,2
<i>Syagrus</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Asteraceae										
Asteraceae 1	0,2	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
Asteraceae 2	0,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Baccharis retusa</i>	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaptalia nutans</i>	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
<i>Elephantopus</i>	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eremanthus</i>	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mikania micrantha</i>	11,3	1,6	1	0,6	-	-	0,2	-	-	0,2
<i>Trichogonia</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,4	0,6
Begoniaceae										
<i>Begonia</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bignoniaceae										
<i>Handroanthus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-
Burseraceae										
<i>Protium heptaphyllum</i>	-	0,4	-	-	0,4	-	-	-	-	-
Cactaceae										
Cactaceae	-	-	0,2	1,6	-	0,4	-	-	-	-
Cleomaceae										
<i>Tarenaya</i>	-	-	-	-	-	-	-	4,7	-	-
Commelinaceae										
<i>Commelina erecta</i>	0,3	0,2	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Dilleniaceae										
<i>Doliticarpus dentatus</i>	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-
Euphorbiaceae										
<i>Ricinus communis</i>	-	0,6	-	-	-	-	1,2	0,6	2,6	0,6
Fabaceae										
<i>Aeschynomene paniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,3
<i>Anadenanthera</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Dioclea</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	0,2	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium</i>	-	2	0,2	1,8	-	-	-	0,2	-	-
<i>Mimosa acutistipula</i>	1	1	0,7	24	-	-	30	-	-	0,2
<i>Mimosa arenosa</i>	-	-	-	-	-	8,4	-	-	-	-
<i>Mimosa caesalpinjifolia</i>	-	-	-	-	0,8	-	-	17,5	-	-
<i>Mimosa pudica</i> <i>sensitiva</i>	12	17	15	25	1,8	45,4	31	5,1	77,4	67,2
<i>Mimosa quadrivalvis</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Mimosa tenuiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Mimosa ulbrichiana</i>	0,2	-	0,2	1	-	-	-	-	-	-
<i>Senna</i>	-	1,6	0,4	-	-	-	-	-	-	0,4
Lamiaceae										
<i>Hyptis</i> 1	46,8	1,2	0,2	-	0,4	0,2	-	0,2	1,7	1,5
<i>Hyptis</i> 2	6,6	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhaphiodon echinus</i>	7,1	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Lythraceae										
<i>Cuphea</i>	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Malpighiaceae										
<i>Heteropterys</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Malvaceae										
Malvaceae	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Waltheria americana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Myrtaceae										
<i>Eucalyptus</i> 1	-	10	63	25	2,8	2,2	0,4	4,2	0,6	-
<i>Eucalyptus</i> 2	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-
<i>Eugenia</i> 1	-	6,5	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia</i> 2	-	-	0,2	-	-	0,8	-	-	-	-
<i>Eugenia</i> 3	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-

Tabela 1. Continua.

Tabela 1. Continuação.

Tipos polínicos	AMO	AMN	AMD	AMJ	AMF	AMM	AMA	AMMa	AMAg	AMS
<i>Myrcia</i> 1	1	8,5	0,9	0,4	41,4	1	0,6	2,5	13,1	2,3
<i>Myrcia</i> 2	1,7	13	-	0,4	-	0,6	-	-	-	-
<i>Myrcia</i> 3	-	14	-	1,6	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcia</i> 4	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-
<i>Myrcia</i> 5	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Myrcia</i> 6	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
<i>Myrcia</i> 7	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-
<i>Myrcia</i> 8	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-
Myrtaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
<i>Psidium</i>	1,7	13	-	0,2	-	-	2,2	-	-	-
<i>Syzygium jambolanum</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
Piperaceae										
<i>Piper divaricatum</i>	-	-	-	-	11,6	-	0,6	-	-	2,8
Poaceae										
Poaceae	-	0,4	0,7	0,4	-	-	0,2	0,9	-	-
Polygalaceae										
<i>Polygala paniculata</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
Portulacaceae										
<i>Portulaca balimoides</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-
Rubiaceae										
<i>Borreria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,9
<i>Borreria verticillata</i>	7,5	0,6	0,2	0,4	0,4	-	0,2	-	-	0,8
<i>Mitracarpus</i>	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-
<i>Richardia grandiflora</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	0,2	0,2
<i>Psychotria</i>	-	-	-	-	-	9,8	-	-	-	-
Sapindaceae										
<i>Cupania</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-	1,7	3,6
<i>Serjania</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2
Sapotaceae										
<i>Chrysophyllum</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Pouteria</i>	-	-	1	0,8	-	-	-	-	-	-
Turneraceae										
<i>Turnera chamaedrifolia</i>	1,2	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
Urticaceae										
<i>Cecropia</i> 1	0,2	2,6	0,4	2	-	5,8	4,4	7,2	1,5	2,3
<i>Cecropia</i> 2	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-
Indeterminados	0,2	-	0,8	-	0,6	3,2	-	-	-	-

Tabela 1. Fim.

Tabela 2. Concentração (%) de tipos polínicos encontrados nos méis de abelha urucu (*Melipona scutellaris*).

Tipos polínicos	UMO	UMN	UMD	UMJ	UMF	UMM	UMA	UMMa	UMAg	UMS
Amaranthaceae										
<i>Amaranthus viridis</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Anacardiaceae										
<i>Anacardium occidentale</i>	-	-	0,4	-	-	7,1	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	7,6	-	-	-	-	13,2	-	-	-
<i>Spondias tuberosa</i>	-	-	-	-	-	-	2,4	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	-	-	-	-	-	73,4	43,6	2,4	0,8	-
Asteraceae										
<i>Elephantopus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>Eupatorium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
<i>Mikania micrantha</i>	-	1,4	0,2	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
Begoniaceae										
<i>Begonia</i>	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
Bignoniaceae										
<i>Handroanthus</i>	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia</i>	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-
Boraginaceae										
<i>Cordia nodosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
Brassicaceae										
<i>Brassica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2
Bromeliaceae										
Bromeliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2
Burseraceae										
<i>Protium heptaphyllum</i>	-	-	2,4	-	4	-	0,4	-	0,4	-

Tabela 2. Continua.

Tabela 2 Continuação.

Tipos polínicos	UMO	UMN	UMD	UMJ	UMF	UMM	UMA	UMMa	UMAg	UMS
Cactaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cactaceae	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Cannabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Celtis</i>	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trema</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
Combretaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Combretum</i>	-	-	-	9,2	-	-	9,8	3,8	-	-
Dilleniaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetracera</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Erythroxylaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Aeschynomene paniculata</i>	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	29,4
<i>Anadenanthera</i>	0,4	0,8	0,4	0,2	0,4	-	-	-	0,4	-
<i>Caesalpinia</i>	-	0,6	1,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chamaecrista</i>	-	3,6	-	-	-	-	-	0,2	-	-
Fabaceae 1	0,6	-	-	-	0,2	-	0,2	-	-	-
Fabaceae 2	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae 3	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae 4	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae 5	-	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae 6	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium</i>	-	-	1,4	-	-	-	1	-	-	-
<i>Mimosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Mimosa acutistipula</i>	35	2,4	1,2	2,6	-	1	8,8	31,2	-	-
<i>Mimosa arenosa</i>	-	-	-	-	7,4	0,2	-	-	3,9	7,8
<i>Mimosa misera</i>	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mimosa pudica/ sensitiva</i>	26,4	2,4	0,4	0,6	8,2	0,8	-	1,4	4,2	3,6
<i>Mimosa subenervis</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Mimosa tenuiflora</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piptadenia</i>	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poeppigia</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
<i>Senna</i>	-	3	2,4	-	-	-	0,8	1	0,8	-
<i>Zornia</i>	-	-	2,8	-	-	-	2,4	-	-	-
Malpighiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima</i>	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-
Melastomataceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clidemia</i>	-	-	-	7,8	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia 1</i>	6,2	0,8	2	-	3,8	6,9	-	-	2,3	2,8
<i>Miconia 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
Myrtaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calycolpus legrandii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>Campomanesia</i>	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
<i>Eucalyptus</i>	-	1,6	-	-	5	0,3	1,6	1,4	4,6	0,8
<i>Eugenia 1</i>	3,4	23,4	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia 2</i>	-	3,4	-	-	8,2	-	-	-	27	17,8
<i>Eugenia 3</i>	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-	-
<i>Eugenia 4</i>	-	-	-	-	0,2	0,7	-	-	-	-
<i>Eugenia 5</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Myrcia 1</i>	2,6	-	17,8	29	6,4	1	10,8	51,8	2,3	0,6
<i>Myrcia 2</i>	-	-	3	-	4	-	1,6	-	3,1	-
<i>Myrcia 3</i>	0,8	-	-	5	5,4	-	-	-	0,8	-
<i>Myrcia 4</i>	-	-	-	-	12,2	0,3	-	-	2,7	0,8
<i>Myrcia 5</i>	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
<i>Myrcia 6</i>	-	-	-	-	4,6	-	-	-	2,3	0,4
<i>Myrcia 7</i>	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	0,2
<i>Myrcia 8</i>	-	-	-	-	0,8	-	-	-	4,2	5,6
<i>Myrcia 9</i>	-	-	-	-	0,6	1	-	-	-	-
<i>Myrcia 10</i>	-	-	-	-	-	4,3	-	-	2,7	-
<i>Myrcia 11</i>	-	-	-	-	-	0,7	-	-	23,2	1,4
<i>Myrcia 12</i>	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-
Myrtaceae	-	-	-	-	2,4	0,2	-	5,2	-	-
<i>Psidium 1</i>	15,2	17,6	6	2,4	0,2	-	0,4	-	1,5	2
<i>Psidium 2</i>	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-
<i>Syzygium jambolanum</i>	-	-	-	-	2,6	1	-	-	-	-
Plantaginaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Angelonia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1,6
Poaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poaceae	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 2. Continua.

Tabela 2 Continuação.

Tipos polínicos	UMO	UMN	UMD	UMJ	UMF	UMM	UMA	UMMa	UMAg	UMS
Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mitracarpus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>Tocoyena</i>	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Sapindaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cupania</i>	-	-	0,2	-	-	-	-	-	6,2	10,4
<i>Paullinea racemosa</i>	-	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serjania</i>	-	1	0,4	-	-	-	-	-	-	-
Sapotaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pouteria</i>	4,8	26,8	34,8	42	-	-	-	-	-	-
Urticaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia</i>	1	-	0,6	-	0,6	-	-	-	0,8	-
Indeterminados	-	-	2,2	-	13,2	0,6	0,4	0,6	2,6	1

Tabela 2. Fim.

Tabela 3. Concentração (%) de tipos polínicos encontrados nos méis de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*).

Tipos polínicos	JMO	JMN	JMD	JMJ	JMF	JMM	JMA	JMMa	JMAg	JMS
Amaranthaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alternanthera brasiliana</i>	4,4	1,8	-	-	-	-	-	-	2,3	38,2
<i>Amaranthus viridis</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anacardiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anacardium occidentale</i>	-	1,4	-	13,8	26,4	21,6	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	6,7	-	-	-	-	-	77,2	79,4	-	9
<i>Spondias tuberosa</i>	0	1,4	2,9	6,8	3,8	-	-	-	-	0,2
<i>Tapirira guianensis</i>	2,2	63	88,3	32,6	34,4	72,2	17,4	15,4	-	0,3
Arecaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocos nucifera</i>	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asteraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bidens pilosa</i>	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaptalia nutans</i>	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Conocliniopsis prassifolia</i>	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mikania micrantha</i>	-	0,4	-	0,2	-	-	-	-	-	0,9
<i>Vernonanthura brasiliana</i>	0,9	0,2	-	-	-	-	-	-	0,8	-
Bromeliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromeliaceae	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Burseraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protium heptaphyllum</i>	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Cannabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Celtis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Trema</i>	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Combretaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Combretum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2
Erythroxylaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	4,5
Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinostemon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
<i>Euphorbia</i>	15,1	2,8	-	-	-	-	-	-	2,3	-
<i>Ricinus communis</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0	-
Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aeschynomene</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	71,9	-
<i>Aeschynomene paniculata</i>	1,3	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caesalpinia</i>	-	-	-	-	0,2	3,6	-	-	-	-
<i>Dioclea</i>	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	0,4	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inga</i>	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium</i>	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	1,9
<i>Mimosa</i>	0,9	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mimosa arenosa</i>	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	0,5
<i>Mimosa pudica</i> <i>sensitiva</i>	28	-	-	-	-	-	0,8	-	8,6	0,9
<i>Mimosa quadrivalvis</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	0,2	-	-
<i>Parapiptadenia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senna</i>	0,4	-	1	-	-	-	-	-	-	4,1
Lamiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyptis</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loranthaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psittacanthus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
Malpighiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Banisteriopsis</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima</i> 1	0,4	-	2,5	38,4	35	2	-	1	-	-
<i>Byrsonima</i> 2	-	-	-	-	-	-	-	-	8,6	-
Malvaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Herissantia tinubae</i>	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 3. Continua.

Tabela 3. Concentração (%) de tipos polínicos encontrados nos méis de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*).

Tipos polínicos	JMO	JMN	JMD	JMJ	JMF	JMM	JMA	JMMa	JMAg	JMS
Melastomataceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia</i>	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucalyptus</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcia</i>	14,7	0,4	1,6	-	-	-	-	-	-	-
Oxalidaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
Peraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pera glabrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-
Plantaginaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Angelonia</i>	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,9
Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Borreria latifolia</i>	-	3,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Borreria verticillata</i>	0,4	3	0,6	0,4	-	-	0,4	-	1,6	0,2
<i>Mitracarpus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	0,2
Sapindaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cupania</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,5
Sapindaceae	-	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapotaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,9
<i>Pouteria</i>	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urticaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia</i>	9,3	3	0,6	3,8	-	0,2	0,2	-	-	-
Indeterminados	2,5	-	-	3,6	-	-	3	2,2	0,8	-

Tabela 3. Fim.

Tabela 4. Tipos polínicos dominantes e acessórios ocorrentes nas amostras de *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* e *Tetragonisca angustula*.

Classe	Abelha <i>Apis mellifera</i>	<i>Melipona scutellaris</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
Pólen dominante (>45%)	<i>Eucalyptus</i> 1, <i>Hyptis</i> 1, <i>Mimosa pudica/sensitiva</i> e <i>Tapirira guianensis</i>	<i>Myrcia</i> 1 e <i>Tapirira guianensis</i>	<i>Aeschynomene</i> , <i>Schinus terebinthifolius</i> e <i>Tapirira guianensis</i>
Pólen acessório (15-45%)	<i>Eucalyptus</i> 1, <i>Mimosa acutistipula</i> , <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> , <i>Mimosa pudica/sensitiva</i> , <i>Myrcia</i> 1, <i>Schinus terebinthifolius</i> e <i>Tapirira guianensis</i>	<i>Aeschynomene paniculata</i> , <i>Eugenia</i> 1, <i>Eugenia</i> 2, Fabaceae 5, <i>Mimosa acutistipula</i> , <i>Mimosa pudica/sensitiva</i> , <i>Myrcia</i> 1, <i>Myrcia</i> 11, <i>Pouteria</i> , <i>Psidium</i> 1 e <i>Tapirira guianensis</i>	<i>Alternanthera brasiliana</i> , <i>Anacardium occidentale</i> , <i>Byrsonima</i> 1, <i>Chrysophyllum</i> , <i>Mimosa pudica/sensitiva</i> e <i>Tapirira guianensis</i>

Tabela 5. Concentrações inibitórias mínimas (mg/mL) para as amostras de méis de *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* e *Tetragonisca angustula* testadas contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*.

Abelhas	Amostras	Microrganismos			
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
<i>Apis mellifera</i>	AMO	-	-	10	-
	AMN	-	-	10	-
	AMD	-	-	10	-
	AMJ	-	-	10	-
	AMF	-	-	10	-
	AMM	-	-	10	-
	AMA	-	-	10	-
	AMMa	-	-	10	-
	AMAg	-	-	-	-
	AMS	-	-	10	-
<i>Melipona scutellaris</i>	UMO	-	-	-	-
	UMN	-	-	-	-
	UMD	-	-	-	-
	UMJ	-	-	-	-
	UMF	-	-	-	-
	UMM	-	-	-	-
	UMA	-	-	-	-
	UMMa	-	-	-	-
	UMAg	-	-	10	-
	UMS	-	-	10	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	JMO	-	-	-	-
	JMN	-	-	-	-
	JMD	-	-	-	-
	JMJ	-	-	-	-
	JMF	-	-	-	-
	JMM	-	-	-	-
	JMA	-	-	-	-
	JMMa	-	-	10	-
	JMAg	-	-	-	-
	JMS	-	-	10	-

Figura 2. Alguns dos tipos polínicos registrados nos méis estudados. Escala 10 µm.

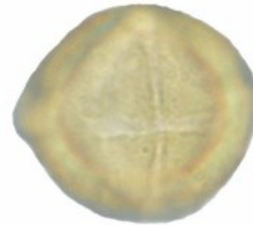
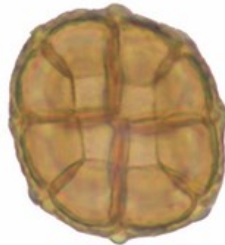
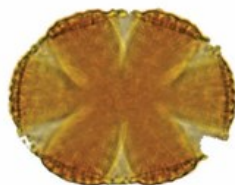
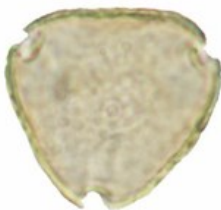
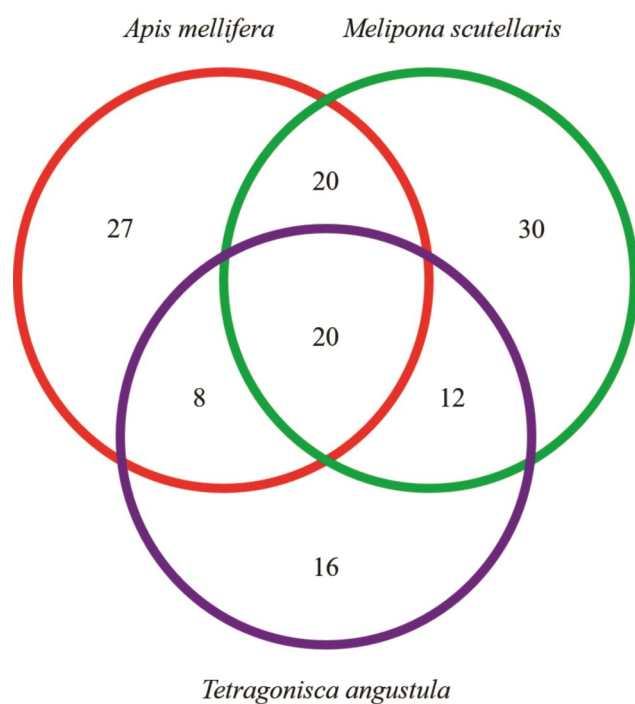
Schinus terebinthifolius*Protium heptaphyllum**Commelina erecta**Ricinus communis**Anadenanthera**Mimosa acutistipula**M. pudica/sensitiva**Hyptis 1**Eucalyptus 1**Myrcia 1**Psidium 1**Cecropia 1*

Figura 3), sugerindo que as abelhas da espécie *M. scutellaris* exploram um maior número de recursos para a produção dos méis. Essa diversidade de tipos polínicos é também reflexo de uma estratégia alimentar generalista, aceita como padrão entre as abelhas eussociais da família Apidae, que possibilita a exploração de uma grande variedade de recursos alimentares, permitindo que a espécie se adeque às variações na oferta de alimentos (Ramalho et al., 2007).

Vinte tipos polínicos foram compartilhados nos méis das três espécies de abelhas (Figura 3): *Aeschynomene paniculata*, *Cecropia* 1, *Cupania*, *Eucalyptus* 1, *Eugenia* 1, Fabaceae 1, *Machaerium*, *Mikania micrantha*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa pudica/sensitiva*, *Mitracarpus*, *Myrcia* 1, Poaceae, *Pouteria*, *Protium heptaphyllum*, *Schinus terebinthifolius*, *Senna*, *Spondias tuberosa*, *Tapirira guianensis* e *Vernonanthura brasiliiana*. Esses tipos polínicos são indicadores de espécies que merecem atenção especial, pois, atendem às necessidades nutricionais das três espécies de abelhas estudadas.

Figura 3. Número de tipos polínicos encontrados nas amostras de méis de *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* e *Tetragonisca angustula*.



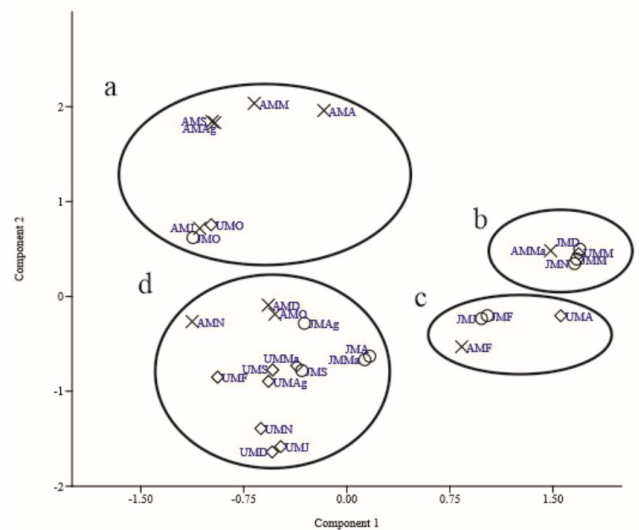
Em meio aos tipos polínicos compartilhados, nove deles são indicadores de plantas fornecedoras de pólen e néctar: *Aeschynomene paniculata*, *Eucalyptus* 1, Fabaceae 1, *Mikania micrantha*, *Mimosa arenosa*, *Mitracarpus*, *Pouteria*, *Schinus terebinthifolius*, *Spondias tuberosa*, *Tapirira guianensis*; outros quatro, a plantas fornecedoras de néctar: *Cupania*, *Machaerium*, *Vernonanthura brasiliiana*; e o tipo polínico *Protium heptaphyllum*, apontando espécie produtora de néctar e resina (Lenza; Oliveira, 2005; Matos; Santos, 2019; RCPOL, 2019).

Tratando das classes de frequência dos tipos polínicos encontradas nos méis estudados, as amostras de *A. mellifera* apresentaram quatro tipos polínicos na classe dominante, com frequência > 45%. Entre os méis de *M. scutellaris*, apenas duas amostras apresentaram tipos polínicos na mesma classe; nos méis de *T. angustula*, seis amostras apresentaram um tipo polínico dominante. Sete tipos polínicos foram classificados como pólen acessório em ao menos

uma amostra de *A. mellifera*, 11 nas amostras de *M. scutellaris* e seis tipos polínicos nos de *T. angustula* (Tabela 4).

Todos os demais tipos polínicos encontrados e não menciona-

Figura 4. Diagrama de ordenação de amostras de méis de *Apis mellifera* (×), *Melipona scutellaris* (◇) e *Tetragonisca angustula* (○) com base no espectro polínico, utilizando análise de coordenadas principais.



dos como pólen dominante ou acessório, ocuparam a classe de frequência de pólen isolado, apontando a característica de heterogeneidade na composição dos méis na região. Essa heterogeneidade fica ainda mais clara ao observar a distribuição espacial desses méis quanto aos seus tipos polínicos (Figura 4).

Na PCA aplicada aos dados palinológicos (Figura 4), observa-se a indistinção da maioria das amostras quanto ao espectro polínico. A distribuição encontrada parece ser influenciada pelo grande número de tipos que ocorreram em baixas frequências nos méis da região e que os caracterizam como méis heterogêneos – produzidos a partir de diversas fontes vegetais. Apesar disso, é possível delinear quatro grupos de amostras: o grupo A, formado por amostras com participação do tipo polínico *Mimosa pudica/sensitiva* como pólen acessório; o grupo B, formado por amostras que apresentam o tipo polínico *Tapirira guianensis* como dominante; o grupo C, formado por amostras com o tipo *T. guianensis* presente na classe de frequência de pólen acessório; e o grupo D, composto por todos os demais méis que não apresentam nenhum tipo polínico comum a todos os componentes do agrupamento.

Considerando-se os tipos polínicos encontrados nas classes de frequência representadas por pólen dominante e pólen acessório (Tabela 4) e valores próximos a estes, levando-se em consideração também a super e sub-representação polínica e o pólen anemófilo, podemos afirmar que a maioria dos méis é heterofloral. Adotando como critérios para considerar uma amostra como monofloral a presença de um tipo polínico dominante, a ausência de outro tipo polínico com frequência igual ou superior a 10% na amostra – visto que tipos polínicos com representatividade superior a 10% sugerem recursos alimentares importantes (Ramalho et al., 1985) –, e o tipo de recurso disponibilizado pelas plantas, podemos considerar apenas quatro amostras como monoflorais. A amostra de março (UMM), da abelha *M. scutellaris*, e as amostras de novembro (JMN), dezembro (JMD) e agosto (JMAg), de *T. angustula* – as três primeiras, monoflorais de *T. guianensis*, e a última, monofloral de *Aeschynomene*.

Baseando-se na análise da quantidade de grãos de pólen de cada amostra, nas informações sobre a disponibilidade de recurso das plantas relacionadas aos tipos polínicos e na presença de dois tipos polínicos com frequências superiores a 10% e que somadas correspondam a uma frequência superior a 75% na mesma amostra, foram classificados sete amostras como biflorais: duas amostras de *A. mellifera* (AMAg e AMS), uma de *M. scutellaris* (UMMa) e quatro amostras de *T. angustula* (JMM, JMA, JMMa e JMS) (Tabelas 1–3).

Quanto às famílias botânicas, 26 foram representadas nos méis de *A. mellifera*, 25 nos méis de *T. angustula* e 24 nos méis de urucu (*M. scutellaris*). A família com maior número de tipos polínicos nos méis de *A. mellifera* e *M. scutellaris* foi Myrtaceae, enquanto nos méis de jataí (*T. angustula*), Fabaceae ocupou esta posição (Figura 5).

Quanto à análise do potencial antimicrobiano, os méis em questão não apresentaram atividade antimicrobiana, nas concentrações de 10 mg/mL a 0,1 mg/mL, contra os microrganismos *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e a levedura *Candida albicans* (Tabela 5). Apenas o microrganismo *Staphylococcus aureus* foi inibido por amostras (13) dos méis testados (Tabela 5). Segundo Theunissen et al. (2001), *S. aureus* é um dos organismos incluído na maioria dos estudos comparativos, sendo considerado um dos mais sensíveis à ação antibacteriana do mel. Ressalta-se que *S. aureus* é um dos principais responsáveis por infecções de feridas e septicemia em hospitais, tendo grande importância médica.

Frente à *S. aureus*, com exceção da amostra de agosto de 2017 (AMAg), todas as amostras de mel de *A. mellifera* apresentaram atividade antimicrobiana na concentração de 10 mg/mL. Apenas dois méis de *M. scutellaris* – agosto (UMAg) e setembro (UMS) – e dois de *T. angustula* – maio (JMM) e setembro (JMS) – apresentaram o mesmo resultado contra esta bactéria. As demais amostras não foram capazes de inibir o microrganismo em nenhuma das concentrações testadas.

Basualdo et al. (2007), testando 15 méis em concentrações muito superiores às testadas em nosso estudo, observaram que apenas nas concentrações de 75 e 100% (não diluído) alguns méis conseguiram inibir o crescimento de *S. aureus*. Somente a 100%, três das amostras testadas por eles conseguiram inibir o crescimento de *P. aeruginosa*, ao passo que quatro interferiram no crescimento de *E. coli*.

Wahdan (1998) também verificou que *E. coli*, *S. aureus* e *C. albicans* tiveram crescimento inibido na presença do mel em concen-

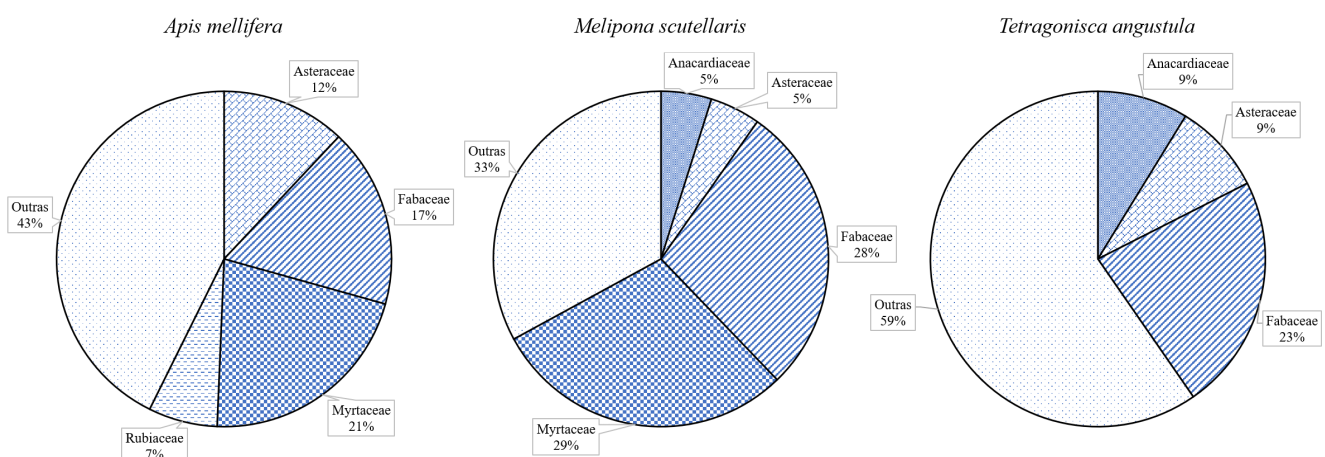
tração 100%, sendo *P. aeruginosa* resistente a todas as concentrações testadas. Concentrações menores foram testadas por Sherlock et al. (2010), analisando méis em diluições de 0,02 a 50% (v/v), quando as concentrações inibitórias mínimas para *E. coli* e *P. aeruginosa* foram 12,5% (v/v). Wilkinson e Cavanagh (2005) observaram inibição das mesmas bactérias em todas as amostras de mel com concentrações inibitórias variando de 2,5 a 10% (p/v). Ainda segundo Wilkinson e Cavanagh (2005), os méis em concentração de 1% (p/v) não inibiram nenhum dos microrganismos usados em seu estudo, o que diverge de nosso trabalho, que apresenta amostras com concentração inibitória mínima de 10 mg/mL, o equivalente a uma diluição de 1% (p/v).

Avaliando o potencial fungicida de 28 diferentes méis iranianos contra espécies patógenas de *Candida*, Khosravi et al. (2008) conseguiram a inibição do crescimento de *C. albicans* em méis em concentrações de 25 a 47% (v/v). É importante ressaltar que todos os estudos apresentados, que revelam resultados positivos dos méis em combate aos microrganismos enfocados, conseguiram tais feitos utilizando concentrações do produto superiores às testadas por nós.

Apesar de existir uma crença que o mel de abelhas nativas sem ferrão é mais poderoso medicinalmente que o produzido por *A. mellifera*, essa alegação não pôde ser fundamentada por nós ou por Demera e Angert (2004). Miorin et al. (2003) também não notaram a presença de uma diferença significativa entre as MIC dos méis de *A. mellifera* e *T. angustula*. Todas essas situações são diferentes dos achados de Ewnetu et al. (2013), os quais constataram que os méis de abelhas-sem-ferrão se destacaram em relação aos méis de *A. mellifera* no combate de *S. aureus*.

Os méis produzidos no mês de setembro, que compartilharam a capacidade de inibir *S. aureus*, apresentaram três tipos polínicos em comum: *Cupania*, *Mikania* e *Mimosa pudica*/sensitiva, em diferentes proporções. Entre esses três tipos, apenas *Cupania* tem afinidade botânica a plantas nectaríferas. O gênero *Cupania* apresenta plantas endêmicas do Brasil com reconhecido potencial medicinal (Silva et al., 2014; Pereira et al., 2016; Ricardo et al., 2017; Lucena et al., 2018), fatos que, associados às propriedades antimicrobianas encontradas nos méis avaliados, podem indicar um produto de destaque com uso potencial na medicina, como ocorre com os méis de ulmo e manuka (Sherlock et al., 2010; Bridi; Montenegro, 2017).

Figura 5. Distribuição dos tipos polínicos entre as famílias que se destacaram na composição dos méis de *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* e *Tetragonisca angustula* produzidos em um fragmento de floresta ombrófila densa, no município de Alagoinhas, Bahia.



Conclusão

Quanto à origem botânica, os méis analisados caracterizam-se majoritariamente pela variedade de recursos florais utilizados para a sua constituição, sendo a maior parte deles composta por grãos de pólen na classe de frequência de pólen isolado. A avaliação da atividade antimicrobiana das amostras demonstrou que a maioria dos méis de *Apis mellifera* pode ser um importante inibidor de crescimento de *S. aureus*. Esse mesmo resultado foi encontrado apenas em duas outras amostras de méis de *M. scutellaris* e *T. angustula*.

Os resultados aqui apresentados salientam a importância da investigação dos méis antes do seu uso como tratamento alternativo às infecções causadas por microrganismos ou na elaboração de produtos com finalidade antimicrobiana. A partir do espectro polínico não foi possível separar os méis quanto às espécies que os produzem ou por seu potencial antimicrobiano, sendo observada uma organização intrincada na análise de ordenamento.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS); ao Laboratório de Micromorfologia Vegetal da UEFS, pelo uso das suas instalações; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por bolsa de doutorado concedida a MCJ (#88882.447839/2019-01); e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por bolsa de doutorado concedida a DCO (processo #141833/2019-0) e apoio a FARS (#302594/2016-7 e #304255/2019-0).

Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – bolsa de doutorado concedida a MCJ (processo 88882.447839/2019-01). Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – bolsa de doutorado concedida a DCO (processo #141833/2019-0) e apoio a FARS (#302594/2016-7 e #304255/2019-0).

Contribuições de autoria

Conceitualização: MCJ, FARS. Curadoria de dados: MCJ. Análise formal: MCJ. Aquisição de financiamento: FARS, MCJ. Investigação: MCJ, DCO, LERF. Metodologia: MCJ, FARS, LERF, HMK, HNB. Administração do projeto: MCJ, FARS. Recursos: MCJ, FARS, LERF, HMK, HNB. Supervisão: FARS. Validação: MCJ, DCO. Visualização: MCJ, DCO, FARS, HMK. Redação — rascunho original: MCJ, DCO, FARS, HMK. Redação — revisão e edição: MCJ, DCO, FARS, HMK.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse a informar.

Disponibilidade dos dados

Os dados integrais analisados durante o estudo atual podem ser fornecidos mediante solicitação justificada ao autor para correspondência.

Conformidade ética

Não se aplica.

Referências

- Almeida-Muradian LB, Stramm KM, Horita A, Barth OM, Freitas AS, Estevinho LM. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. *International Journal of Food Science and Technology* 2013;48:1698–1706. doi: 10.1111/ijfs.12140
- APG IV - Angiosperm Phylogeny Group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 2016;181:1–20. doi: 10.1111/boj.12385
- Bankova V, Popova M, Trusheva B. The phytochemistry of the honeybee. *Phytochemistry* 2018;(155):1–11. doi: 10.1016/j.phytochem.2018.07.007
- Basualdo C, Sgroy V, Finola MS, Marioli JM. Comparison of the antibacterial activity of honey from diferente provenance against bacteria usually isolated from skin wounds. *Veterinary Microbiology* 2007;124:375–381. doi: 10.1016/j.vetmic.2007.04.039
- Bridi R, Montenegro G. The value of chilean honey: floral origin related to their antioxidant and antibacterial activities. In: Toledo, VAA, editores. *Honey Analysis*. Croatia: InTech; 2017. p. 63–78.
- Carreira LMM, Barth OM. Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra de Carajás, Pará, Brasil. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; 2003.
- CLSI. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts; approved standard - third edition. CLSI document M27-A3. Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2008.
- CLSI. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved standard - ninth edition. CLSI document M07-A9. Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2012
- Demera JH, Angert ER. Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Costa Rica. *Apidologie* 2004;35:411–417. doi: 10.1051/apido:2004033
- Erdtman G. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 1960;54(4):561–564.
- Erler S, Moritz RF. Pharmacophagy and pharmacophory: mechanisms of selfmedication and disease prevention in the honeybee colony (*Apis mellifera*). *Apidologie* 2016;47(3):389–411. doi: 10.1007/s13592-015-0400-z
- Ewnetu Y, Lemma W, Birhane N. Antibacterial effects of *Apis mellifera* and *stingless* bees honeys on susceptible and resistant strains of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae* in Gondar, Northwest Ethiopia. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2013;13(269):1–7. doi: 10.1186/1472-6882-13-269
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 2001;4(1):1–9.
- Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
- Jesus NG, Almeida GSS, Fonseca MR. Diversidade florística de dois remanescentes de floresta ombrófila densa. In: Nunes JMC, Matos MRB. *Litoral Norte da Bahia: Caracterização Ambiental, Biodiversidade e Conservação*. Salvador: EDUFBA; 2017. p. 157–170.
- Jones GD, Bryant Jr. VM. The use of ETOH for the dilution of honey. *Grana* 2004;43:174–182. doi: 10.1080/00173130410019497

- Joosten H, De Klerk P. What's a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in quaternary palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 2002;122:29–45. doi: 10.1016/S0034-6667(02)00090-8
- Khosravi AR, Shokri H, Katiraei F, Ziglari T, Forsi M. Fungicidal potential of different Iranian honeys against some pathogenic *Candida* species. *Journal of Apicultural Research and Bee World* 2008;47(4):260–264. doi: 10.1080/00218839.2008.11101471
- Lenza E, Oliveira PE. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 2005;28(1):179–190. doi: 10.1590/S0100-84042005000100015
- Lima LCL, Silva FHM, Santos FAR. Palinologia de espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae – Mimosoideae) do Semi-Árido brasileiro. *Acta Botanica Brasileira* 2008;22(3):794–805. doi: 10.1590/S0102-33062008000300016
- Lorente FL, Buso Junior AA, Oliveira PE, Pessenda LCR. Atlas palinológico: laboratório ¹⁴C – Cena USP. Piracicaba: FEALQ; 2017.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. *Bee World* 1978;59(4):139–157.
- Lucena RFP, Lucena CM, Carvalho TKN, Ferreira EC. Organizadores. Plantas e animais medicinais da Paraíba: um olhar da etnobiologia e etnoecologia. Cabelado: IESP; 2018.
- Martínez-Hernández E, Cuadriello-Aguilar JI, Téllez-Valdez O, Ramírez-Arriaga E, Sosa-Nájera MS, Melchor-Sánchez JEM, Medina-Camacho M, Lozano-García MS. Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la Region del Tacana, Chiapas, México. México: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México; 1993.
- Matos VR, Santos FAR. Diagnóstico polínico da geoprópolis de *Melipona scutellaris* L. (Meliponini, Apidae, Hymenoptera) coletada em uma área de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. *Paubrasil* 2019;2(1):6–16. doi: 10.33447/paubrasil.v2i1.19
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa MAS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Esteves VLG. Variabilidade polínica em plantas de Campos de Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 2003;16:1–104.
- Miorin PL, Levy Junior NC, Custodio AR, Bretz WA, Marcucci MC. Antibacterial activity of honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology* 2003;95:913–920. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.02050.x
- Molan PC. The antibacterial activity of honey. *Bee world* 1992;73(1):5–28. doi: 10.1080/0005772X.1992.11099109
- Moncada M, Salas E. Pólen de las plantas melíferas en Cuba. Havana: Centro de Información y Divulgación Agropecuario; 1983.
- Montenegro G, Mejías E. Biological applications of honeys produced by *Apis mellifera*. *Biological Research* 2013;46:341–345. doi: 10.4067/S0716-97602013000400005
- Mulu A, Tessema B, Derbie F. *In vitro* assessment of the antimicrobial potential of honey on common human pathogens. *Ethiopian Journal of Health Development* 2004;18(2):107–112. doi: 10.4314/ejhd.v18i2.9945
- Pereira LA, Amorim BS, Alves M, Somner GV, Barbosa MRV. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Sapindaceae. *Rodriguésia* 2016;67(4):1047–1059. doi: 10.1590/2175-7860201667414
- Ramallo M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinekt-Giovannini A, Cortopassi-Laurino M. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). *Apidologie* 1985;16(3):307–330.
- Ramallo M, Silva MDE, Carvalho CAL. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no domínio tropical atlântico. *Neotropical Entomology* 2007;36(1):38–45. doi: 10.1590/S1519-566X2007000100005
- RCPOL[Internet]. Rede de catálogos polínicos online. [acesso em: 19 jan 2020]. Disponível em: <http://chaves.rcpol.org.br/>
- Ricardo LM, Paula-Souza J, Andrade A, Brandão MGL. plants from the brazilian traditional medicine: species from the books of the polish physician Piotr Czerniewicz (Pedro Luiz Napoleão Chernoviz, 1812–1881). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 2017;27:388–400. doi: 10.1016/j.bjp.2017.01.002.
- Roubik DW, Moreno PJE. Pollen and spores of Barro Colorado island. St. Louis: Missouri Botanical Garden; 1991.
- Santos FAR. Identificação botânica do pólen apícola. *Magistra* 2011;23:4–9.
- Sherlock O, Dolan A, Athman R, Power A, Gethin G, Cowman S, Humphreys H. Comparison of the antimicrobial activity of Ulmo honey from Chile and Manuka honey against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2010;10(47):1–5. doi: 10.1186/1472-6882-10-47
- Silva FHM, Santos FAR, Lima LCL. Flora polínica das caatingas: Estação Biológica de Canudos (Canudos, Bahia, Brasil). Feira de Santana: Micron Bahia; 2016.
- Silva S, Anselmo MG, Dantas WM, Rosa JH, Nunes EM, Soares JP, Alves CAB. Conhecimento e uso de plantas medicinais em uma comunidade rural no município de Cuiçati, Paraíba, Nordeste do Brasil. *Gaia Scientia* 2014;8(1):248–265.
- Stevenson PC, Nicolson SW, Wright GA. Plant secondary metabolites in nectar: impacts on pollinators and ecological functions. *Functional Ecology* 2017;31(1):65–75. doi: 10.1111/1365-2435.12761
- Theunissen F, Grobler S, Gedaliab I. The antifungal action of three South African honeys on *Candida albicans*. *Apidologie* 2001;32:371–379. doi: 10.1051/apido:2001137
- Wahdan HAL. Causes of the antimicrobial activity of honey. *Infection* 1998;26(1):26–35. doi: 10.1007/BF02768748
- Wilkinson JM, Cavanagh HMA. Antibacterial activity of 13 honeys against *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Medicinal food* 2005;8(1):100–103. doi: 10.1089/jmf.2005.8.100

Caracterización botánica y evaluación del potencial antimicrobiano de la miel producida por *Apis mellifera* L., *Melipona scutellaris* Latreille y *Tetragonisca angustula* Latreille (Hymenoptera: Apidae) en un fragmento de la densa selva tropical del estado de Bahía, Brasil

Este estudio busca caracterizar, a través de los granos de polen, el origen botánico de muestras de miel producidas por *Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* y *Tetragonisca angustula*, identificando recursos vegetales compartidos y analizar la capacidad antimicrobiana de las muestras. Se analizaron 30 muestras y 13 mostraron actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*. Se identificaron 154 tipos de polen; 133 tenían su afinidad botánica inferida. De estos tipos, 82 se observaron en las mieles de *M. scutellaris*, 75 en mieles de *A. mellifera* y 56 en mieles de *T. angustula*. Se compartieron 20 tipos de polen en las mieles de las tres especies de abejas, donde las familias Myrtaceae y Fabaceae se destacaron por su representatividad. Sólo siete tipos ocuparon la clase de frecuencia de polen dominante. De los datos recopilados, se observa que las mieles estudiadas se caracterizan como multiflorales y sólo algunas de ellas.

Palabras clave: Melisopalinología. Polen. MIC.

Caractérisation botanique et évaluation du potentiel antimicrobien du miel produit par *Apis mellifera* L., *Melipona scutellaris* Latreille et *Tetragonisca angustula* Latreille (Hymenoptera: Apidae) dans un fragment de forêt dense humide de l'État de Bahia, Brésil

L'origine botanique des grains de pollen a été vérifiée dans des échantillons de miel d'*Apis mellifera*, *Melipona scutellaris* et *Tetragonisca angustula*, pour en déduire les espèces partagées et leur capacité antimicrobienne. 30 échantillons ont été analysés, dont 13 inhibaient *Staphylococcus aureus*. Cent cinquante-quatre types ont été identifiés, dont 133 tubes d'origine botanique présumée. Quatre-vingt deux types observés dans des échantillons de miel de *M. scutellaris*, 75 dans des échantillons d'*A. mellifera* et 56 dans *T. angustula*. Vingt types de miel étaient communs dans les échantillons de miel des trois espèces. Les familles botaniques Myrtaceae et Fabaceae se distinguent par leur représentativité. Sept types de pollens avaient une fréquence dominante. Les données des échantillons prélevés indiquent que les miels étudiés sont multifloraux et certains d'entre eux ont une activité antimicrobienne contre *S. aureus*.

Mots clés: Méliisopalinologie. Pollen. MIC.