

Universidade Federal do Sul da Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais

Michele da Silva Ferreira Bandeira

**ANÁLISE POLÍNICA DE MÉIS DA COSTA DO DESCOBRIMENTO, BAHIA,
BRASIL**

PORTO SEGURO – BA

ABRIL – 2019

Michele da Silva Ferreira Bandeira

**ANÁLISE POLÍNICA DE MÉIS DA COSTA DO DESCOBRIMENTO, BAHIA,
BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Sul da Bahia e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Ciências e Tecnologias Ambientais para obtenção do Título de Mestre em Ciências e Tecnologias Ambientais.

Orientador: Profº Dr. Jailson Santos de Novais

PORTO SEGURO – BA

ABRIL – 2019

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia – Sistema de Bibliotecas

B214a Bandeira, Michele da Silva Ferreira

Análise polínica de méis da Costa do Descobrimento, Bahia,
Brasil. / Michele da Silva Ferreira Bandeira. – Porto Seguro, 2019.
66 p.

Orientador: Jailson Santos de Novais

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia.
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias
Ambientais.

1. Palinologia. 2. Mel. 3. Apis mellifera. 4. Mata Atlântica. I. Novais,
Jailson Santos de. II. Título.

CDD: 583.114



Universidade Federal do Sul da Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais
Centro de Formação em Ciências Ambientais

Ata da Defesa Pública de Dissertação de Mestrado

Aos 17 dias do mês de abril do ano de 2019, às 14:00 horas na sala Taperapuã 2, UFSB - Campus Porto Seguro, reuniram-se os membros da banca examinadora composta pelos professores: Jailson Santos de Novais (orientador e presidente da banca), Jorge Antônio Silva Costa (membro interno), Olivia Maria Pereira Duarte (membro externo) e Paulino Pereira Oliveira (membro externo), a fim de argüirem a mestranda **Michele da Silva Ferreira Bandeira** cujo trabalho intitula-se "Análise polínica de méis da Costa do Descobrimento, Bahia, Brasil". Aberta a sessão pelo presidente da mesma, coube à candidata, na forma regimental, expor o tema de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar, sendo em seguida questionada pelos membros da banca examinadora, tendo dado as explicações que foram necessárias. Os membros da banca consideraram o trabalho de dissertação:

☒ aprovado

☐ aprovado com profundas modificações

☐ não aprovado, devendo ser realizada nova qualificação no prazo de ____ meses.

Recomendações da Banca:

Banca Examinadora:

Jailson Santos de Novais

Jailson Santos Novais (UFSB)
Orientador e presidente da banca

Jorge A. S. Costa

Jorge Antônio Silva Costa (UFSB)
Membro interno

Olivia Maria Pereira Duarte

Olivia Maria Pereira Duarte (UFSB)
Membro interno

Paulino P. Oliveira

Paulino Pereira Oliveira (UEFS)
Membro externo

**CONFERE COM
O ORIGINAL**

Leonilson Gogly Silva
Matricula SIAPE: 1791205
Assistente em Administração
UFSB - Campus Sosigenes Costa

Candidato: _____
Michele da Silva Ferreira Bandeira
Michele da Silva Ferreira Bandeira

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por permitir a realização deste trabalho.

À minha família pelo amor e apoio. Vocês são minha base!

Ao meu esposo Marcus, nenhuma palavra é suficiente para descrever a minha gratidão a você. Amor, incentivo, cumplicidade, sugestões, participação. Até o infinito juntos!

A Universidade Federal do Sul da Bahia e ao Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, pela oportunidade de realização de uma pós-graduação no Extremo Sul da Bahia.

Ao prof^o Dr. Jailson Santos de Novais por ter aceitado a orientação antes mesmo de ser aluna regular do curso, dando sugestões sobre as possibilidades de pesquisa a ser desenvolvida. Pela paciência e horas empregadas no laboratório com as identificações. Pelos ensinamentos e por caminhar junto a cada etapa do curso. Você é o melhor orientador do mundo!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pela concessão da bolsa de estudo (BOL2041/2017) e pelo apoio financeiro para execução do projeto (APP011/2016).

Aos apicultores amigos (Fábio, Matheus, Pio/Antônia, Léia, Gilson) que cederam as amostras de méis do trabalho.

Aos coordenadores do Laboratório de Micromorfologia Vegetal da UEFS, prof^a D^{ra} Cláudia Elena Carneiro e prof^o Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos, pelo livre acesso aos equipamentos e laboratório. Ao biólogo Dr. Paulino Oliveira pelo treinamento metodológico.

Aos colegas de turma pelos momentos de descontração, angústia e incentivo durante o curso.

A todos os professores do programa que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

Obrigada de coração!

"Todas as vitórias ocultam uma abdicação."
(Simone de Beauvoir)

SUMÁRIO

Resumo Geral	08
Abstract	09
Lista de figuras	10
Introdução Geral	11
Referências	13
Capítulo 1– Melissopalynological characterization of honeys from the Discovery Coast, Brazil	19
Resumo	20
Introdução	21
Material e Métodos	22
Resultados	25
Discussão	35
Considerações finais	38
Referências	39
Capítulo 2 – Méis de aroeira, eucalipto e velame: A palinologia confirma tais floradas predominantes indicadas pelos apicultores?	46
Resumo	47
Introdução	48
Material e Métodos	49
Resultados	52
Discussão	55
Referências	59
Conclusão Geral	66

ANÁLISE POLÍNICA DE MÉIS DA COSTA DO DESCOBRIMENTO, BAHIA, BRASIL

RESUMO GERAL

Tendo em vista o pouco conhecimento sobre a flora apícola da Costa do Descobrimento do estado da Bahia, nesta pesquisa objetivamos realizar a análise polínica de amostras de méis produzidos na região, utilizando a melissopalínologia como ferramenta para identificar a flora usada pelas abelhas. A dissertação está organizada dois em capítulos: 1) Melissopalynological characterization of honeys from the Discovery Coast, Brazil, e 2) Méis de aroeira, eucalipto e velame: a palinologia confirma tais floradas predominantes indicadas pelos apicultores? Ao todo, obtivemos 21 amostras de méis de *Apis mellifera* L., no período de novembro/2017 a agosto/2018, diretamente com os apicultores. Todas as amostras de méis foram acetolisadas e as lâminas foram depositadas na palinoFLORAS/UFSB. Identificamos os tipos polínicos presentes nos méis por comparação com as descrições obtidas em literatura especializada e, posteriormente, contamos ao menos 500 grãos pólen por amostra, determinando as classes de frequência: pólen dominante, acessório, isolado importante e isolado ocasional. A afinidade botânica de 44 tipos polínicos, distribuídos em 34 gêneros e 22 famílias foi determinada. Registramos quatro tipos polínicos dominantes: *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 e *Mimosa pudica*. Em relação à análise de componentes principais, evidenciamos que a formação dos grupos deu-se pela presença dos tipos polínicos *Mimosa pudica*, 2- *Eucalyptus* 1 e 3 - *Cecropia*. Na análise palinológica de méis com indicação de florada predominante, registramos os tipos polínicos predominantes: *Eucalyptus* e *Myrcia*. Duas amostras cuja indicação de florada predominante eram velame (*Croton* L. spp., Euphorbiaceae) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) não apresentaram tipos polínicos afins a tais espécies botânicas. Das cinco amostras indicadas como sendo de florada predominante de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), uma não teve florada predominante indicada pela palinologia e outra apresentou o tipo polínico *Eucalyptus* como pólen dominante; as demais apresentaram-no como pólen acessório. Apesar de algumas amostras de méis indicadas como sendo de floradas predominantes não refletirem corretamente tais origens botânicas, em 57% do material analisado, tipos polínicos afins àquelas espécies indicadas como predominantes figuraram no espectro polínico dos méis da Costa do Descobrimento.

Palavras-chave: Palinologia; Mel; *Apis mellifera*; Mata Atlântica.

POLLEN ANALYSIS OF HONEYS FROM THE DISCOVERY COAST, BAHIA STATE, BRAZIL

ABSTRACT

Due to the lack of knowledge about the apicultural flora of the Discovery Coast of Bahia State, in this research we aimed to carry out a pollen analysis of honey samples produced in that region, through melissopalynology – a tool to identify the flora used by bees. The dissertation is organized in two chapters: 1) Melissopalynological characterization of honey from the Discovery Coast, Brazil, and 2) Honeys of aroeira, eucalyptus and velame: does palynology confirm such predominant flowering indicated by beekeepers? We collected 21 honey samples of *Apis mellifera* L., from November 2017 to August 2018, directly from beekeepers. We acetolysed all honey samples and the slides were deposited on palinoFLORAS/UFSB. We identified the pollen types present in the honeys by comparison with the descriptions from the specialized literature and later we counted at least 500 pollen grains per sample, determining the frequency classes: predominant pollen, secundary, important minor and minor pollen. We determined the botanical affinity of 44 pollen types, distributed in 34 genera and 22 families. Four predominant pollen types were recorded: *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 and *Mimosa pudica*. In relation to the principal component analysis, we showed the grouping formation due to the presence of the pollen types *Mimosa pudica*, 2 - *Eucalyptus* 1 and 3 - *Cecropia*. In the palynological analysis of honeys indicated as having a predominant flowering, we recorded the following predominant pollen types: *Eucalyptus*, *Myrcia* and *Vernonia*. Two samples with indicated predominant flowering of velame (*Croton* spp., Euphorbiaceae) and aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) presented no pollen types related to these botanical species. Among the five samples indicated to be of predominant flowering of eucalyptus (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), one had no predominant flowering indicated by palynology, and another one showed the pollen type *Eucalyptus* as predominant pollen; the other samples presented it as a secondary pollen. Although some honeys samples indicated as having a predominant flowering have not correctly reflected these botanical origins, in 57% of the analyzed material, pollen types similar to those indicated as predominant appeared in the pollen spectrum of honeys from the Bahia Discovery Coast.

Keywords: Palynology; Honey; *Apis mellifera*; Atlantic rainforest

LISTA DE FIGURAS

Chapter 1 – Melissopalynological characterization of honeys from the Discovery Coast, Brazil

Figure 1. A – Map of South America highlighting Brazil and the state of Bahia, to the northeast; B – Map of the state of Bahia, highlighting the Discovery Coast, to the south; and C – Municipalities belonging to the Identity Territory of the Discovery Coast. 23

Figure 2. Amount of pollen types found by botanical family in samples of honeys of *Apis mellifera* L. from the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. 26

Plate 1. Pollen types categorized as predominant pollen and secondary pollen in honey samples from the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. 27

Plate 2. Some pollen types categorized as important minor pollen and minor pollen in honey samples from the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. 29

Figure 3. Principal Component Analysis (PCA) including pollen types identified in honey samples from the districts of the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. 33

Figure 4. Principal Component Analysis (PCA) of the pollen types categorized as predominant pollen and secondary pollen in honey samples from the districts of the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. 34

Capítulo 2 – Méis de aroeira, eucalipto e velame: a palinologia confirma tais floradas predominantes indicadas pelos apicultores?

Figura 1 – Mapa da Costa do Descobrimento. 50

Figura 2 – Tipos polínicos dominante e acessório dos méis da Costa do Descobrimento. 53

INTRODUÇÃO GERAL

A apicultura é uma atividade capaz de causar impactos sociais e econômicos positivos, além de contribuir para manter e preservar os ecossistemas (EMBRAPA 2018). No Brasil, a cadeia produtiva do mel gera inúmeros postos de trabalho, empregos e fluxo de renda, sendo determinante para melhorar a qualidade de vida e fixar o homem no meio rural (SEBRAE 2018).

O mel, possui ação antimicrobiana (Alvarez et al. 2010, Kwakman et al. 2011, Rodríguez et al. 2012), anti-inflamatória, expectorante, analgésica e sedativa (Ribeiro 2010, Farrokhi et al. 2011) e é empregado até no tratamento de câncer (Ghasmm et al. 2010, Samarghandian et al. 2011). Além disso, na produção apícola, o produtor poderá rentabilizar outros produtos como a cera, utilizada nas indústrias de cosméticos, medicamentos e velas, a própolis e a geleia real, nas indústrias de cosméticos e fármacos, o pólen, que em virtude do seu alto valor nutritivo é usado como suplemento alimentar, e a apitoxina, o veneno das abelhas purificado, que é utilizado como medicamento antirreumático (Villanueva et al. 2002, Villalobos et al. 2006).

A inserção do Brasil no mercado apícola internacional cresceu significativamente na última década, quando ganhou rápida projeção como país exportador (IBGE 2016). Para tanto, existe um grande potencial apícola, florístico e climático, ainda não explorado no país, com possibilidade de maximizar a produção, incrementando o agronegócio apícola. Com isso é necessário que o apicultor possua conhecimentos sobre a biologia das abelhas, técnicas de manejo do apiário, incluindo técnicas de colheita do mel, doenças dos enxames, importância econômica e comercialização dos produtos gerados (EMBRAPA 2018). Tal conhecimento contribui para o manejo adequado da pastagem apícola, bem como para construir os calendários de floração, identificar de potencial monofloral de determinadas espécies vegetais e aumentar o valor agregado dos produtos comercializados, além de igualmente ajudar a manter os serviços ecossistêmicos.

Dados da produção brasileira de mel em 2016 demonstram uma alta de 5,1% em relação ao ano anterior. A região Sul é a maior produtora de mel (43,1%), seguida pelas regiões Nordeste (26,1%), Sudeste (24,2%), Centro-Oeste (4,3%) e Norte (2,3%) (IBGE 2016). Ainda em 2016, a Bahia ocupava a primeira posição dentre os estados da região Nordeste e a sexta no âmbito nacional, em termos de produtividade, porém, teve uma queda de 22,1% na produção, devido à falta de chuvas que prejudicou a floração em alguns municípios (IBGE 2015, 2016). Contudo, municípios como Eunápolis, Itagimirim e Guaratinga, que compõem a região da Costa do Descobrimento e que possuem o turismo como principal vocação econômica (BAHIA 2015), destacaram-se na produção apícola com, respectivamente, 72, 32 e 7 toneladas de mel no ano (IBGE 2016), contribuindo para o bom desempenho estadual.

Apesar do crescente potencial para produção de mel na Costa do Descobrimento, inexistem trabalhos florísticos que apontem ou caracterizem a flora apícola nesta região da Bahia. Conhecer e caracterizar a flora explorada pelas abelhas é um passo primordial no planejamento da atividade apícola, pois permite maximizar a capacidade produtiva das colônias. O estudo dos grãos de pólen subsidia pesquisas com esse intuito, uma vez que o pólen constitui-se a principal fonte de proteínas para as abelhas, sendo por elas amplamente coletado, armazenado e consumido (Ortega-Sada 1987). Portanto, estudos palinológicos podem indicar as preferências florais desses insetos, por reconhecerem os grãos de pólen aderidos ao corpo, presentes nas fezes, no conteúdo estomacal, no pólen estocado em células no interior das colônias ou, ainda, contidos no mel, principal objeto de estudo da melissopalínologia (Aby et al. 1980, Borges et al. 2006, Ferreira e Absy 2013, Vianna et al. 2014, Novais et al. 2015).

Tendo em vista as peculiaridades florísticas e ambientais do estado da Bahia, as amostras de mel das suas diversas regiões podem expressar as características da flora dos locais de produção, por meio do conteúdo polínico desses méis (Oliveira et al. 2010). Em geral, busca-se reconhecer uma identidade botânica e geográfica, associando-se os tipos polínicos encontrados com a respectiva flora da região de origem do mel (Oliveira e Santos 2014). Contudo, esse não é um processo simples, haja vista conhecermos pouco a palinoflora do estado e do Brasil, como um todo, tendo, por exemplo, poucos atlas da flora polínica baiana (Silva et al. 2016) e do Brasil (Bauerman et al. 2013, Silva et al. 2014, Ybert et al. 2016, 2017).

Neste sentido, a análise melissopalínológica contribui para caracterizar geograficamente os produtos das abelhas, uma vez que determinadas espécies vegetais atuam como marcadores geográficos (Louveau et al. 1978, Bryant 2001). Assim, quando grãos de pólen dessas plantas figuram no espectro polínico de produtos apícolas, podem indicar o local de procedência dos mesmos. A certificação da origem botânica do mel pode agregar valor de mercado e fornecer ao consumidor maior confiabilidade sobre as informações acessadas no momento da compra. Em países como Alemanha, Canadá, Espanha, Estados Unidos e Itália, a análise melissopalínológica representa uma técnica rotineira, necessária para certificar os produtos apícolas, inclusive aqueles que se destinam à importação (Crompton e Wojtas 1993).

A caracterização do mel por meio do espectro polínico é bastante difundida em várias partes do mundo, a exemplo dos trabalhos de: Song, Yao e Yang (2012), na China; Dobre et al. (2013), na Romênia; Ponnuchamy et al. (2014), na Índia; Dimou et al. (2014), na Grécia; Jones e Bryan (2014), no EUA; Seijo et al. (2015), Jato et al. (2015) e Rodrigues et al. (2015), na Espanha; Navarrete et al. (2016), no Chile; Ortega-Bonilla et al. (2016), na Colômbia; Karabagias et al. (2017), na Grécia; Sánchez e Lupo (2017), na Argentina; Colwell et al. (2017), no Canadá; Sniderman et al. (2018), na Austrália; Di Rosa et al. (2018), na Itália.

No Brasil, há ainda uma lacuna sobre informações sistematizadas acerca da caracterização botânica de produtos apícolas para várias regiões do país (Freitas e Novais 2014, Souza et al. 2018). Entretanto, a partir do final da década de 2000, com o aumento no número de publicações, esse conhecimento vem sendo ampliado (Barth 2004, Sodré et al. 2007, 2008, Moretti et al. 2005, Boff et al. 2011, Modro et al. 2011, Araújo et al. 2013, Gonçalves et al. 2013, Osterkamp e Jasper 2013, Sekine et al. 2013, Silva e Santos 2014, Rolim 2015, Ferreira e Absy 2017, Benitez-Bosco e Fernandes 2017).

A região nordeste do Brasil é a área mais estudada melissopalínologicamente no país, respondendo por 44,4% das publicações disponíveis na *Web of Science*, no período de 2005 a 2017, segundo levantamento realizado por Souza et al. (2018). Nesse trabalho, o estado da Bahia figurou como o mais bem representado, com 34 publicações (Souza et al. 2018). Apesar disso, com frequência, estudos voltados à caracterização botânica de produtos apícolas baianos abrangem espacialmente poucas áreas, com destaque para a vegetação semiárida e de caatinga (Novais et al. 2006, 2009, 2010, 2013, 2014, Santos e Ribeiro 2009, Oliveira et al. 2010, Santana et al. 2011, Nascimento et al. 2014, 2015). Poucos trabalhos dessa natureza ou similares foram executados especificamente em regiões de Mata Atlântica (Ramalho et al. 2007, Dórea et al. 2010). Os estudos palinológicos descontínuos e desuniformes, focados em determinar as plantas fornecedoras de néctar e pólen às abelhas na Bahia, sinalizam um entrave ao aproveitamento das potencialidades que este tipo de análise pode fornecer à atividade apícola estadual.

Neste contexto, iniciativas que visem caracterizar a origem botânica do mel produzido no estado são fundamentais para o fortalecimento da atividade apícola. Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi investigar os principais tipos polínicos presentes no mel de *Apis mellifera* L., 1758 na região da Costa do Descobrimento, estado da Bahia, e realizar uma caracterização botânica e geográfica desse produto apícola. A partir disso, como objetivos específicos foram propostos: a) Identificar, nos espectros polínicos, os principais tipos polínicos presentes nas amostras de mel da região; b) Registrar a presença de associações de tipos polínicos ou de um tipo polínico em particular que estejam relacionados com a origem floral dos méis; c) Reconhecer eventuais tipos polínicos que sinalizem padrões geográficos característicos para os méis da região.

REFERÊNCIAS

Absy ML, Bezerra EB, Kerr WE. 1980. Plantas nectaríferas utilizadas por duas espécies de *Melipona* da Amazônia. *Acta Amazonica*. 10(2):271-281.

Alvaréz SJM, Tulipani S, Díaz D, Estevez Y, Romandini S, Giampieri F, Damiani E, Astolfi P, Bompadre S, Battino M. 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral

Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food Chem Toxicol.* 48(8-9):2490-9.

Araújo DFD, Moreti ACCC, Silveira TA, Marchini LC, Otsuk IP. 2013. Pollen content in honey of *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera, Apidae) in an Atlantic forest fragment in the municipality of Piracicaba, São Paulo State, Brazil. *Sociobiology.* 60:1–5.

[BAHIA] Governo do Estado da Bahia (BR). 2015. Perfil Sintético Território de Identidade Costa do Descobrimento. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Sei (Série territórios de identidade da Bahia, v. 1). Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/308629675/Perfil-Costa-do-Descobrimento-pdf>; [accessed 2018 Out 4].

Barth OM. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Sci. Agric.* 61(3):342-350.

Bauermann SG, Radaeski JN, Evaldt ACP, Queiroz EP, Mourelle D, Prieto AR, Silva CI. 2013. Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução. Canoas: ULBRA.

Benitez-Bosco L, Ferandes PLC. 2017. Pollen analysis of Atlantic forest honey from the Vale do Ribeira Region, state of São Paulo, Brazil. *Grana.* 57:144-57.

Boff S, Luz CFP, Araújo AC, Pott A. 2011. Pollen analysis reveals plants foraged by Africanized honeybees in the Southern Pantanal, Brazil. *Neotrop Entomol.* 40(1):47–54.

Borges RLB, Lima LCL, Oliveira PP, Silva FHM, Novais JS, Dórea MC, Santos FAR. 2006. O pólen no mel do semi-árido brasileiro. In: Santos FAR. (Ed.). *Apium plantae*. Recife: IMSEAR.

Bryant Jr VM. 2001. Pollen contents of honey. *CAP Newsletter.* 24(1):10-24.

Colwell MJ, Williams GR, Evans RC, Shutler D. 2017. Honey bee-collected pollen in agro-ecosystems reveals diet diversity, diet quality, and pesticide exposure. *Ecology and evolution.* 7(18):7243-7253.

Crompton CW, Wojtas WA. 1993. Pollen grains of Canadian honey plants. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada.

Di Rosa RA, Marino AMF, Leone F, Corpina GG, Giunta RP, Chiofalo V. 2018. Characterization of Sicilian Honeys Pollen Profiles Using a Commercial E-Tongue and Melissopalynological Analysis for Rapid Screening: A Pilot Study. *Sensors.* 18:4065.

Dimou M, Tananaki C, Liolios V, Thrasyvoulou A. 2014. Pollen foraging by honey bees (*Apis mellifera* L.) in Greece: botanical and geographical origin. *Journal of Apicultural Science.* 58:11–23.

Dobre I, Petru, A, Escuredo O, Seijo CM. 2013. Palynological evaluation of selected honeys from Romania, *Grana.* 52(2):113-121. DOI: 10.1080/00173134.2012.724443.

Dórea MC, Novais JS, Santos FAR. 2010. Botanical profile of bee pollen from South Coastline region of Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica.* 24:862-867.

[EMBRAPA] Empresa Brasileira de Pesquisa Agripecuária (BR). 2018. Produção de mel: Apresentação. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>; [accessed 2018 Out 4].

Farrokhi M, Vasei M, Fareghbal S, Bakhtazad A. 2011. Effect of honey on peridural fibrosis formation after laminectomy in rats: a novel experimental study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 23:1-6.

Ferreira MG, Absy ML. 2013. Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. *Acta Bot. Bras.* 27(4):709-713.

Ferreira MG, Absy ML. 2017. Pollen analysis of honeys of and (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. *Grana*. 63:1–14.

Freitas WAT, Novais JS. 2014. Melissopalynology in the Brazilian Amazon: a databank of pollen types cited in the literature. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología*. 14:103-136.

Ghashmm AA, Othman NH, Khattak MN, Ismail NM, Saini R. 2010. Antiproliferative effect of Tualang honey on oral squamous cell carcinoma and osteosarcoma cell lines. *BMC Complement Altern Med*. 10(49).

Gonçalves AB, Silva APC, Cereda MP, Santos FAR. 2013. Identificação botânica do pólen encontrado em amostras de mel de bonito MS. *Cadernos de Agroecologia*. 8(2).

[IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). 2015. Produção da Pecuária Municipal. 43:1-49. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf; [accessed 2018 Out 4].

[IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). 2016. Produção da Pecuária Municipal. 44:1-51. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf; [accessed 2018 Out 4].

Jato MV, Sala-Llinares A, Iglesias MI, Suarez-Cervera M. 2015. Pollens of honeys from north-western Spain, *Journal of Apicultural Research*. 30(2):69-73.

Jones GD, Bryant VM. 2014. Pollen Studies of East Texas Honey. *Palynology*. 38(2):242-258.

Karabagias AIK, Halatsia EZ, Karabourniotib S, Kontakos CS, Kontominasa MG. 2017. Impact of physicochemical parameters, pollen grains, and phenolic compounds on the correct geographical differentiation of fir honeys produced in Greece as assessed by multivariate analyses. *International Journal of Food Properties*. 20(1):520-533.

Kwakmap PHS, Velde AA, Boer L, Vandenbbroucke-Grauls CMJE, Zaat SAJ. 2011. Two major medicinal honeys have different mechanisms of bactericidal activity. *Plos ONE*. 6(3):17703-9.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World*. 59(4):139-153.

- Modro AFH, Message D, Luz CFPD, Meira Neto JAA. 2011. Flora de importância poliníferas para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. Rev Árvore. 35(5):1145–1153
- Moreti ACCC, Arruda CFM, Marchini LC, Sodré GS. 2005. Análise polínica de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) da Chapada do Araripe, Município de Santana do cariri, Ceará, Brasil. Bol Ind Anim. 62:235–244.
- Nascimento AS, Carvalho CAL, Martins MLL. 2014. Plants visited by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in Recôncavo Baiano, State of Bahia, Brazil. Revista de Agricultura. 89:7-117.
- Nascimento A, Carvalho C, Sodré G. 2015. The Pollen Spectrum of *Apis mellifera* Honey from Reconcavo of Bahia, Brazil. Journal of Scientific Research and Report. 6:426-438.
- Navarrete C, Muñoz-Oliveira G, Wellis G, Becerra J, Alarçon J, Finot VL . 2016. Espectro polínico y análisis fisicoquímico de mieles de la Región del Biobío, Chile. Gayana Botanica.73:268-82.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2006. Espectro polínico de méis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 coletados na caatinga de Canudos, Bahia, Brasil. Magistra. 18:257-264.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. Grana. 48:224-234.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2010. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. Journal of Arid Environments. 74:1355-1358.
- Novais JS, Absy ML, Santos FAR. 2013. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. Arthropod-Plant Interact. 7:619–632
- Novais JS, Absy ML, Santos FAR. 2014. Pollen types collected by *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) in dry vegetation in northeastern Brazil. Eur J Entomol. 111(1):25–34.
- Novais JS, Garcez ACA, Absy ML, Santos FAR. 2015. Comparative pollen spectra of *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) from the Lower Amazon (N Brazil) and caatinga (NE Brazil). Apidologie. 46(4):417-431.
- Oliveira PP, Santos FAR. 2014. Prospecção Palinológica em Méis da Bahia. Feira de Santana-Bahia: PrintMídia.
- Oliveira PP, Van Den Berg C, Santos FAR. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. Grana. 49:66-75.
- Ortega-Bonilla RA, Chito-Trujillo DM, Suárez-Ramos CA. 2016. Physicochemical characteristics of commercial *Eucalyptus* honeys from Southwest Casanare. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 17:73-80.
- Osterkam IC, Jasper A. 2013. Análise Palinológica m méis da região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil: Ferramenta para a definição de origem Botânica. Revista Destaques Acadêmicos. 5(3).

Orteza-Sada JL. 1987. Flora de interés apícola y polinización de cultivos. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Ponnuchamy R, Bonhomme V, Prasad S, Das L et al. 2014. Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. PLoS ONE. 9(7).

Ramalho M, Silva MD, Carvalho CAL. 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. Neotrop. Entomol. 36(1):38-45.

Ribeiro ROR. 2010. Elementos traço em méis de abelha (*Apis mellifera*) do estado do Rio de Janeiro, Brasil: influências da sazonalidade. [dissertação mestrado] Niterói (RJ): Universidade Federal Fluminense.

Rodríguez BA, Mendoza S, Iturriga MH, Castaño-Tostado E. 2012. Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys. Food Sci. 77(1):121-7.

Rodríguez I, Serrano S, Galán-Soldevilla H, Piva G, Uberta JL. 2015. Sensory analysis integrated by palynological and physicochemical determinations plays a key role in differentiating unifloral honeys of similar botanical origins (Myrtaceae honeys from southern Spain). International Journal of Food Science and Technology. 50:1545-51.

Rolim GS. 2015. Flora Apícola para *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em Municípios Sergipano. [dissertação mestrado] São Cristóvão (SE): Universidade Federal de Sergipe.

Samarghandian S, Afshari JT, Davoodi S. 2011. Honey induces apoptosis in renal cell carcinoma. Pharmacogn Mag. 7(25):46–52.

Sanchez AC, Lupo LC. 2017. Pollen analysis of honeys from the northwest of Argentina: Province of Jujuy. Grana. 56:462-74.

Santana ALA, Fonseca AAO, Alves RMO, Carvalho CAL, Melo PA, Silva ES, Souza BA, Jesus JN; Sodré GS. 2011. Tipos polínicos em amostras de mel de abelhas sem ferrão de municípios do semi-árido baiano. Magistra. 23:134-139.

Santos CS, Ribeiro AS. 2009. Apicultura, uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 4(3):1-6.

[SEBRAE] Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas Bahia (BR). 2018. Estudo de Mercado. Agronegócios: Produção de Pólen. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/P%C3%B3len%20na%20Bahia.pdf>; [accessed 2018 Out 4].

Seijo MC, Aira MJ, Iglesias I, Jato MV. 2015. Palynological characterization of honey from La Coruña province (NW Spain), Journal of Apicultural Research. 31(3-4):149-155.

Sekine ES, Toledo VAA, Caxambu MG, Chmura ST, Eliza H, Sereia MJ, Marchini LC, Moreti ACCC. 2013. Melliferous flora and pollen characterization of honey samples of *Apis mellifera* L., 1758 in apiaries in the counties of Ubiratã and Nova Aurora, PR. An Acad Bras Ciênc. 85(1):307–326.

- Silva CI, Fonseca VLI, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AM, Queiroz EP, Evaldt ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Caliman MJF, Wolff JL, Neto HFP, Garófalo CA. 2014. Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, SP: Holos.
- Silva APC, Santos FAR. 2014. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana*. 53:159-170.
- Silva FHM, Santos FAR, Lima LCL. 2016. Flora Polínica das Caatingas: Estação Biológica de Canudos (Canudos, Bahia, Brasil). Feira de Santana: Micron.
- Sniiderman JMK, Matle KA, Haberlesg CG, Cantrill DJ. 2018. Pollen analysis of Australian honey. *PLoS ONE*. 13(5).
- Sodré GS, Marchini LC, Carvalho CAL, Moreti ACCC. 2007. Pollen analysis in honeys samples from the two main producing regions in the Brazilian northeast. *An Acad Bras Ciênc*. 79(3):381–388.
- Sodré GS, Marchini LC, Moreti ACCC, Carvalho CAL. 2008. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. *Cienc Rural*. 38(3):839–842.
- Song XY, Yao YF, Yang WD. 2012. Pollen Analysis of Natural Honeys from the Central Region of Shanxi, North China. *PLoS ONE*. 7(11).
- Souza RR, Abreu VHR, Novais JS. 2018. Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. *Palynology*. 1-11.
- Viana M, Luz C, Kleinert AMP. 2014. Interaction networks in a Brazilian cerrado: what changes when you add palynological information to floral visitor data. *Apidologie*. 45(4): 418-430.
- Villanueva M, Prieto A, González M, Abellán G. 2002. Hábitos de consumo de productos apícolas en un colectivo de ancianos. *Archivos LatinoAmericanos de Nutrición*. 52(4):362-367.
- Villalobos C, Jaime O, Morales J, Ibarra J. 2006. Consumo, preferencias y lugar de compra de la miel, el polen, el propóleo y la jalea real en salamanca. *Revista Salud Pública y Nutrición, Edição especial 14: Memorias do VII Congresso Nacional de Ciencias de los alimentos*.
- Ybert J, Scheel-Ybert R, Carvalho MA. 2016. Grãos de pólen de plantas vasculares dicotiledôneas do estado do Rio de Janeiro, Brasil: volume I. Museu Nacional – Série Livros Digital 5.
- Ybert JP, Ybert RS, Carvalho MA. 2017. Grãos de pólen de plantas vasculares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: volume III. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Chapter 1

MELISSOPALYNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HONEYS FROM THE DISCOVERY COAST, BRAZIL¹

¹Manuscrito submetido ao periódico Palynology:
<https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?journalCode=tpal20&page=instructions>.

SUMMARY

Although Bahia presents high honey production, considering the national scenario, and has a diversity of environments, studies that characterize the state bee flora using melissopalynology cover a few spatial areas. In this sense, we aimed to characterize the pollen spectrum of *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) from the Coast of Discovery, Bahia. To this end, 21 honey samples were obtained from beekeepers from the municipalities of Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela, Itagimirim, Itapebi and Porto Seguro, from November-2017 to August-/2018. All honey samples were prepared using the acetolysis method and the slides were deposited on the palinoFLORAS, UFSB. The pollen types present in the honey samples were identified and, subsequently, at least 500 pollen grains per sample were counted, determining the frequency classes and frequency of occurrence. The pollen spectrum presented 44 pollen types distributed in 34 genera and 22 families. The pollen types *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 and *Mimosa pudica* appeared as the predominant pollen. Eight pollen types were classified as very frequent, present in more than 50% of the samples: *Borreria verticillata*, *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1, *Eucalyptus* 2, *Mimosa pudica*, *Myrcia* 1 and *Vernonia*. We have noted the absence of pollen types from the endemic species of the Discovery Coast, but some types such as *B. verticillata* and *Vernonia* related to species that are part of the list of vital plants for beekeeping have been identified. Others helped to characterize the pollen spectrum of regional honeys, such as those related to the genera *Brosimum*, *Cecropia* and *Euterpe* that are associated with typical species of forests and have representatives in the vegetation of the Atlantic Forest in the South of Bahia.

Key words: Pollen analysis, melissopalynology, *Apis mellifera*, Atlantic Forest, Brazil.

INTRODUCTION

Beekeeping is an economic activity that conserves plant species, because it allows the permanent use of natural resources without destroying the rural environment (Marques et al. 2011). The floral resources available to bees vary according to the biome and seasons (Salis 2015), since climatic and edaphic conditions influence the plant flowering and, therefore, the availability of pollen and nectar. One way to know the flora visited by the bees and thus to determine the apicultural potential of an area is through melissopalynology. This is considered a reference method to indicate the botanical and geographical origin of the honey, from the presence of pollen grains of the plant species visited by the bees in search of resources for the hive (Louveaux et al. 1978; Moar 1985; Seijo et al. 1992; Karabournioti et al. 2006). In addition, palynological analysis combined with other microscopic analysis can detect contamination of honey (Moreti et al. 2000), establish quality standards (Barth et al. 2005) and add commercial value to products made by bees (Souza et al. 2018).

The knowledge about the honey flora and the botanical characterization of apicultural products in Brazil is still insufficient, due to the great botanical diversity of the national territory (Modro et al. 2011; Freitas and Novais 2014). This constitutes a limitation in the development of beekeeping, as well as in harnessing the potential that this type of analysis can provide for national beekeeping activity. According to Souza et al. (2018), the number of publications on melissopalynology in the period from 2005 to 2017 has increased significantly, with the Northeast region of the country being the most studied area melissopalynologically. Works such as those developed by Dórea et al. (2013); Novais et al. (2013); Almeida-Muradian et al. (2014); Alves and Santos (2014); Borges et al. (2014); Jesus et al. (2014); Novais et al. (2014); Matos and Santos (2015); Nascimento et al. (2015); Souza et al. (2015); Araújo et al. (2017); Oliveira et al. (2017); Silva et al. (2017) confirm this trend.

In the Northeast of Brazil, Bahia stands out as the most well-represented state in the number of publications on melissopalynology in recent years (Souza et al. 2018), since it has a high honey production, considering the national scenario (IBGE 2016) and includes a diversity of environments, especially from the point of view of native flora (Oliveira and Santos 2014). However, the studies that characterize the bee flora in Bahia, using melissopalynology, spatially cover a few areas, mainly concentrated in the semi-arid region with caatinga vegetation, such as the studies carried out by Moreti et al. (2000); Sodré et al. (2001); Santos Jr and Santos (2003); Almeida et al. (2005); Alves et al. (2006); Lima (2007); Melo (2008); Novais et al. (2009, 2010, 2013, 2014, 2015); Costa et al. (2015); Cruz et al. (2015); Matos and Santos (2015); Nascimento et al. (2015).

The vegetation of the Atlantic Forest, a biome in which the southern and southernmost regions of Bahia are located, has the richest biodiversity in the country (Polomo 2015), and contains important

remnants that make up the Central Atlantic Forest Corridor (BAHIA 2016). Despite this, systematized melissopalynological studies focusing on honeys from this region are lacking, in contrast to the one observed for semi-arid regions, as mentioned above. This is worrying, since the south of Bahia has been affected for decades by fires, strong forestry activity and conversion of Atlantic Forest to pastures (SOS MATA ATLÂNTICA FOUNDATION 2017). Bahia was the state that led deforestation in the Mata Atlântica (Atlantic Forest) area in 2017, with a decrease of 12,288 ha, a 207% increase over the previous year. The municipalities of Santa Cruz Cabrália and Belmonte, belonging to the Discovery Coast, were the most deforested, with suppression of 3,058 ha and 2,119 ha, respectively (SOS MATA ATLÂNTICA FOUNDATION 2017). With this, a significant part of the native flora has been decimated, including many species with bee potential, without being botanically and palynologically characterized. The aim this paper is characterize the pollen spectrum of *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) honeys from the Discovery Coast in the state of Bahia, and to recognize pollen types that can be associated to the geographic origin of the samples, contributing to melissopalynological knowledge of the region.

MATERIAL AND METHODS

Study area

The criterion for delimiting the study area and obtaining honey samples was based on the division of the state of Bahia into Identity Territories, which are planning units of the state's public policies. The Bahia government recognizes the existence of 27 Identity Territories, based on the specificity of each region (BAHIA 2015), including social, cultural, economic and geographical criteria (BAHIA 2010). This study focused on the Identity Territory of the Discovery Coast, formed by the municipalities of Belmonte, Eunápolis, Itabela, Itagimirim, Itapebi Porto Seguro and Santa Cruz of Cabrália (Figure 1).

According to Bahia (2006), the Identity Territory of the Discovery Coast has a high potential that can be exploited by beekeeping, allied to eucalyptus plantations which cover extensive regional areas. Most local beekeepers represent groups of family members. Municipalities such as Eunápolis, Itagimirim and Guaratinga stood out in apicultural production with, respectively, 72, 32 and 7 tons of honey per year (IBGE 2016).

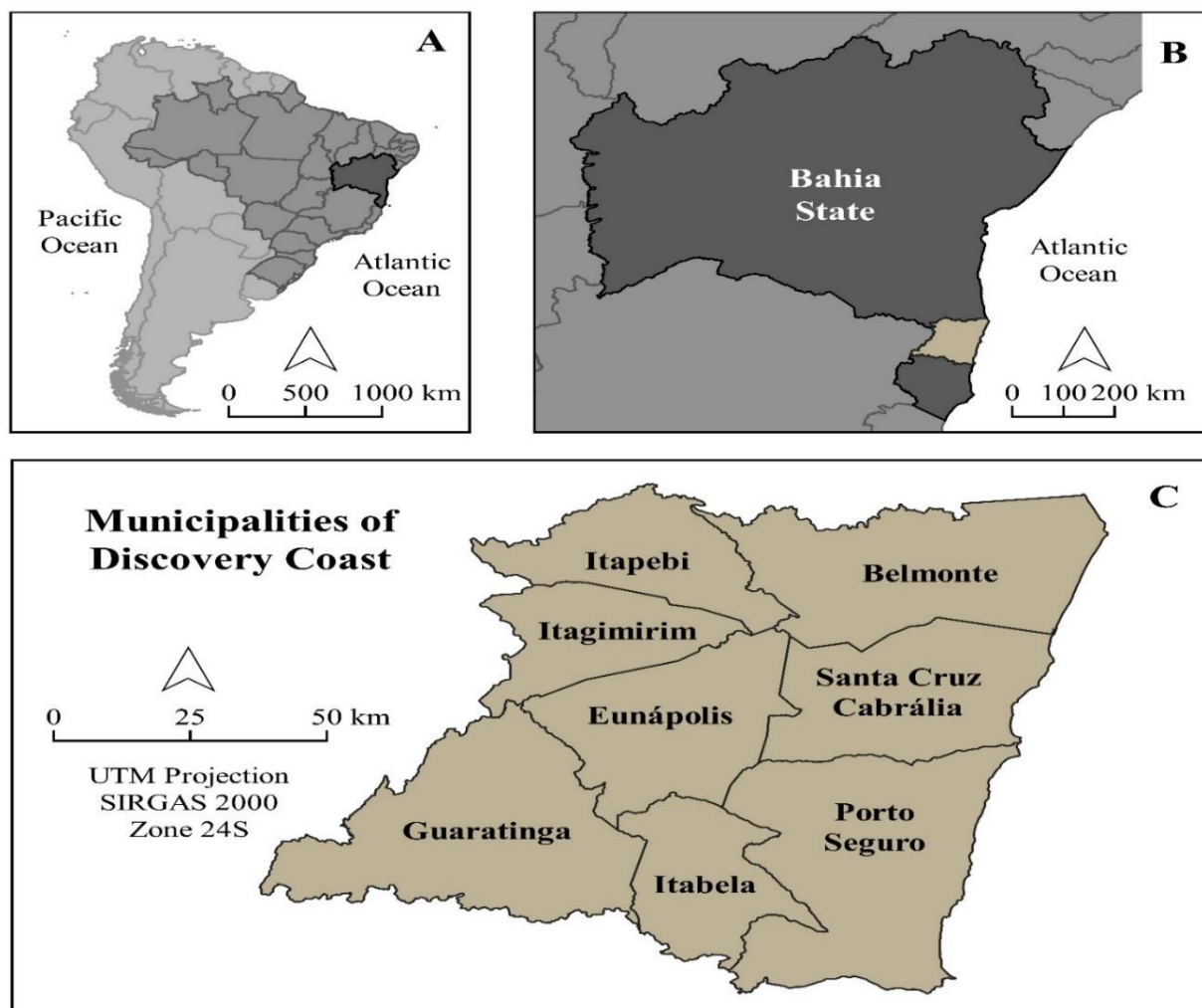


Figure 1. A - Map of South America highlighting Brazil and the state of Bahia, to the northeast; B - Map of the state of Bahia, highlighting the Discovery Coast, to the south; and C - Municipalities belonging to the Identity Territory of the Discovery Coast. Elaborated by the author in the free software Quantum GIS, version 3.4.0. Source IBGE (2015).

Collection and processing of honey samples

Twenty-two samples of *Apis mellifera* honeys were collected directly from local beekeepers, four samples from the municipality of Belmonte (BL1-4), five from Eunápolis (EU1-5), two from Guaratinga (GU1-2), three from Itabela (IT1 3), two from Itagimirim (IG1-2), one from Itapebi (IP1), four from Porto Seguro (PS1-4) (Table 1) and one from Santa Cruz Cabrália. Since only 11 pollen grains were found in the honey sample from Santa Cruz Cabrália, and no additional samples were obtained, this municipality was disregarded in this study.

Honeys were obtained from November 2017 to August 2018 and laboratory processing was performed at the Plant Micromorphology Laboratory of the Bahia State University at Feira de Santana, Bahia. All honey samples were prepared using the acetolysis technique (Erdtman 1960), including initial dilution of 5 to 10 grams of honey in warm distilled water ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) and ethyl alcohol (Jones and Bryant 2004). At least four slides per sample were prepared, and the pollen pellet was assembled in glycerine gelatine for microscopic analysis. The slides are deposited in the palynotheca of the Federal University of Southern Bahia (palinoFLORAS, UFSB).

Table 1. Municipalities belonging to the Identity Territory of the Discovery Coast, Bahia, Brazil, geographical coordinates and predominant vegetation around the sampled apiary.

Municipalities of the Discovery Coast Codes for honey samples	Geographical coordinates (UTM)	Month of samples collecting	Vegetation surrounding the apiary
Belmonte (BL)			
BL1/ BL2	16°00.392'S; 39°01.361'W	Dec 2017	Pasture, monoculture (coffee, eucalyptus)
BL3/ BL4	16°05.025'S; 39°14.974'W	Jan 2018	Monoculture (eucalyptus)
Eunápolis (EU)			
EU1/ EU2	16°21.423'S; 39°37.430'W	Dec 2017	Monoculture (coffee)
EU3/ EU4/ EU5	16°08.657'S; 39°25.728'W	Jan 2018	Monoculture (eucalyptus)
Guaratinga (GU)			
GU1	16°29.128'S; 39°55.926'W	Jul 2018	Monoculture (eucalyptus)
GU2	16°29.042'S; 39°55.836'W	Jul 2018	Monoculture (eucalyptus)
Itabela (IT)			
IT1/IT2/IT3	16°21.423'S; 39°37.430'W	Dec 2017 and Jul 2018	Monoculture (coffee, eucalyptus)
Itagimirim (IG)			
IG1/ IG2	16°05.755S'; 39°28.769'W	Dec 2017	Monoculture (eucalyptus)
Itapebi (IP)			
IP1	16°02.947'S; 39°29.235'W	Jan 2018	Monoculture (eucalyptus)
Porto Seguro (PS)			
PS1	16°08.195'S; 39°04.966'W	Nov 2017	Backyards (coconut,)
PS2/ PS3	16°23.297'S; 39°25.355'W	Dec 2017	Monoculture (coffee, eucalyptus)
PS4	16°23.557'S; 39°06.163'W	Jan 2018	Monoculture (coconuts, coffee)

Melissopalynological analysis

The melissopalynological analysis consisted of identifying the pollen types found in the slides by comparing the pollen grains with the reference laminaria of palinoFLORAS, as well as by the specialized literature, such as the pollen catalogs of Roubik and Moreno (1991); Silva et al. (2016); Lorente et al. (2017), among others. The qualitative analysis was performed by consecutively counting at least 500 pollen grains per sample, determining the frequency classes of each pollen type. To determine the frequency classes of a pollen type in each sample, the categories established by Louveaux et al. (1978), ‘predominant pollen’ (>45%), ‘secondary pollen’ (16% to 45%), ‘important minor pollen’ (3% to 15%), and ‘minor pollen’ (<3%) were used. The frequency of occurrence of the pollen types in the sample set, which considers the presence or absence of the types in the samples, was established according to Feller-Demalsy et al. (1987), ‘very frequent’ (>50%), ‘frequent’ (20-50%), ‘infrequent’ (10-20%) and ‘rare’ (<10%). In this paper we adopt the pollen type concept proposed by Joosten and de Klerk (2002) and de Klerk and Joosten (2007).

Data analysis

The data were submitted to the ordering technique using the principal component analysis (PCA), whose correlation matrix of the variables was the covariance matrix. The analyzes were performed using the PAST statistical program (*Palaeontological Statistics*) version 2.16 (Hammer et al. 2001). The use of PCA reduces the dimensionality of multivariate data and consists of trying to define what each axis represents in terms of ecological factor responsible for ordering honey samples. These analyzes explored how the municipalities of the Discovery Coast interact with the variance (pollen types) of the data set.

RESULTS

Pollen spectrum

We determined the botanical affinity of 44 pollen types in honey samples, distributed in 34 genera and 22 families (Table 2). None plant family occurred in all samples; however, six were found in more than 50% of the samples: Urticaceae and Myrtaceae (90.5% each), Asteraceae and Rubiaceae, (80.9%), Fabaceae (61.9%), Moraceae (52.4%). Fabaceae was the richest family with nine pollen types identified (*Acacia*, *Andira*, *Chamaecrista*, *Desmodium* 1, *Desmodium* 2, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Mimosa pudica*, *Senegalia* and *Zornia*), followed by Arecaceae, Asteraceae, Lythraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Rubiaceae and Solanaceae with more than one pollen type,

each. The other 14 families (Acanthaceae, Anacardiaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Cactaceae, Cucurbitaceae, Gratiolaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Moraceae, Nyctaginaceae, Piperaceae, Poaceae and Urticaceae) contributed one pollen type each (Figure 2).

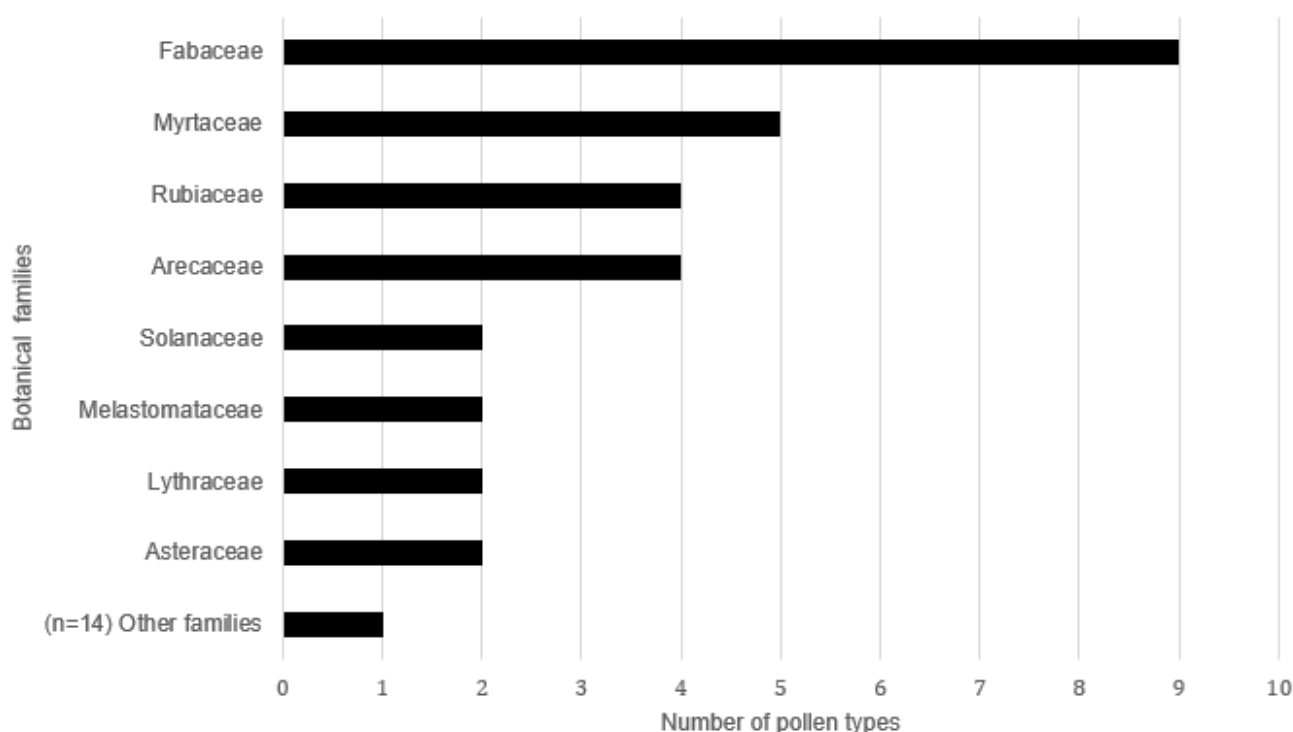


Figure 2. Amount of pollen types found by botanical family in samples of honeys of *Apis mellifera* L. from the Discovery Coast, Bahia state, Brazil.

Samples of honeys from Porto Seguro presented the highest number of different pollen types (25), followed by Eunápolis (23), Belmonte (22), Itabela (19), Itagimirim (14), Itapebi (12) and Guaratinga (10). Three pollen types, *Cecropia*, *Myrcia* 1 and *Vernonia*, occurred in samples from all the districts of the Discovery Coast. The pollen types, *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 and *Mimosa pudica* (Plate 1) were predominant pollen in seven honey samples from the municipalities of Belmonte (BL1 and BL2), Guaratinga (GU1, GU2), Itabela (IT1, IT2) and Itagimirim (IG1). On the other hand, Itapebi, Eunápolis and Porto Seguro did not present predominant pollen. Twelve pollen types occurred as secondary pollen: *Desmodium* 1, *Eucalyptus* 2, *Euterpe*, *Mikania*, *Myrcia* 1, *Myrcia* 2, *Tapirira guianensis*, *Zornia*, besides the four pollen types also categorized as predominant pollen.

Honey samples from all municipalities studied showed secondary pollen. An average of 18 pollen types per municipality was found, being Porto Seguro the locality presenting the greatest richness of pollen types (24), while Guaratinga recorded the lowest (10).

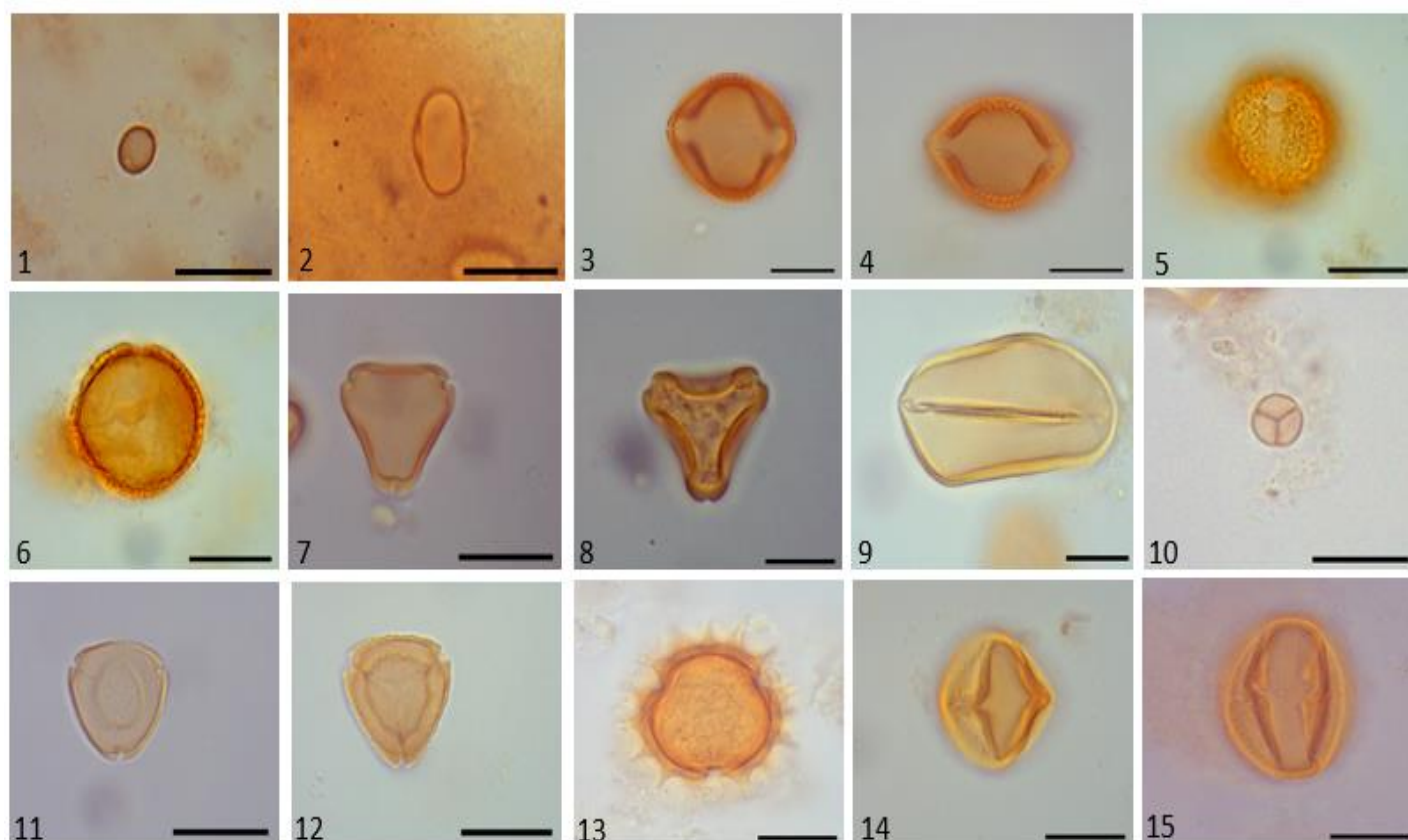


Plate 1. Pollen types categorized as predominant pollen and secondary pollen in honey samples from the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. Scale: 10µm. 1 - *Brosimum* (Moraceae), 2 - *Cecropia* (Urticaceae), 3 e 4 - *Chamaecrista* (polar view) (Fabaceae), 5 - *Desmodium* 1, 6 - *Desmodium* 1 (equatorial view) (Fabaceae), 7 - *Eucalyptus* 1 (Myrtaceae), 8 - *Eucalyptus* 2 (Myrtaceae), 9 - *Euterpe* (Arecaceae), 10 - *Mimosa pudica* (Fabaceae), 11 - *Myrcia* 1 (Myrtaceae), 12 - *Myrcia* 2 (Myrtaceae), 13 - *Mikania* (Asteraceae), 14 - *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) and 15 - *Zornia* (Fabaceae).

Honeys from Belmonte recorded two pollen types, *Brosimum* (60.4%) and *Cecropia* (46.4%), as predominant pollen. These same pollen types also appeared as secondary pollen (21.8% and 19.6%) in the samples from this municipality, in addition to *Eucalyptus* 1 (39.6%) and *Myrcia* 2 (33.6%). The pollen types classified as minor and important minor pollen (*Borreria verticilata*,

Cuphea flava, *Desmodium* 1, *Elaeis guineensis*, *Euterpe*, *Miconia* 1, *Miconia* 2, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Mimosa pudica*, *Myrcia* 1, *Mikania*, *Piper*, *Protium*, *Richardia*, *Ruellia*, *Simira* and *Vernonia*) represent 77.3% of the total pollen types found for this locality.

From the samples obtained from the municipality of Eunápolis (Table 2), none had predominant pollen. Eight pollen types were categorized as secondary pollen: *Brosimum* (20.4%), *Chamaecrista* (16.2%), *Cecropia* (30.6%), *Desmodium* 1 (19.6%), *Eucalyptus* 1 (17%), *Eucalyptus* 2 (22.4%), *Myrcia* 1 (22.4%) and *Zornia* (29%). Among the pollen types classified as important minor pollen and minor pollen are *Borreria verticilata*, *Brosimum*, *Chamaecrista*, *Cecropia*, *Desmodium* sp.1, *Eucalyptus* 1, *Eucalyptus* 2, *Euterpe*, *Miconia* 1, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Mimosa pudica*, *Myrcia* 1, *Mikania*, *Piper*, Rubiaceae type, *Simira* and *Vernonia*.

In the municipality of Guaratinga, the pollen type *Mimosa pudica* was classified as predominant pollen (86.6%), while *Eucalyptus* 1 occurred as a secondary pollen (73.8%). Nine other pollen types were important minor pollen (*Brosimum*, *Eucalyptus* 2, Poaceae type) or minor pollen (*Attalea*, *Cecropia*, *Elaeis guineensis*, *Eucalyptus* 1, *Miconia* 2 and *Vernonia*). Honey samples from the city of Itabela recorded pollen types *Eucalyptus* 1 (73.8%) and *Mimosa pudica* (74.6%) as predominant pollen. These were also classified as secondary pollen (35.6% and 38.2%, respectively), along with the pollen type *Eucalyptus* 2 (22.2%). Among the pollen types categorized as important minor pollen and minor pollen are *Acacia*, *Hyptis*, *Mormodica*, *Myrcia* 3, among others (Table 2).

Of the honeys obtained from the municipality of Itagimirim, the pollen type *Cecropia* recorded occurrence as predominant pollen (51%) and secondary pollen (40.2%). As secondary pollen, we also identified the *Euterpe* pollen type (19.6%). Important minor pollen and minor pollen were observed as the pollen types *Myrcia* 3 and *Scoparia dulcis*, respectively. In the sample of honey from the city of Itapebi, no predominant pollen was quantified. Two pollen types were grouped in the secondary pollen class: *Cecropia* (42.4%) and *Mikania* (29.4%). Two other pollen types, *Eriotheca* and *Senegalia*, occurred as minor pollen only in this municipality.

As in the municipality of Itapebi, the honeys of Porto Seguro did not present a predominant pollen. We observed four pollen types classified as secondary pollen *Brosimum* pollen (21.8%), *Chamaecrista* (16%), *Eucalyptus* 1 (40.8%), *Myrcia* 1 (19.4%) and *Tapirira guianensis* (31.4%). The other types were identified as important minor pollen (*Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis*, *Eucalyptus* 1, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Protium* and *Ruellia*) and minor pollen (*Pilosocereus*, *Senegalia*, *Solanum* 2) (Table 2).

A total of eight pollen types present in the analyzed honeys were classified according to the frequency of occurrence in the very frequent class (> 50%): *Borreria verticilata*, *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1, *Eucalyptus* 2, *Mimosa pudica*, *Myrcia* 1 and *Vernonia*; ten (20-50%), seven as infrequent (10-20%) and 18 were categorized as rare (<10%) (Table 2).

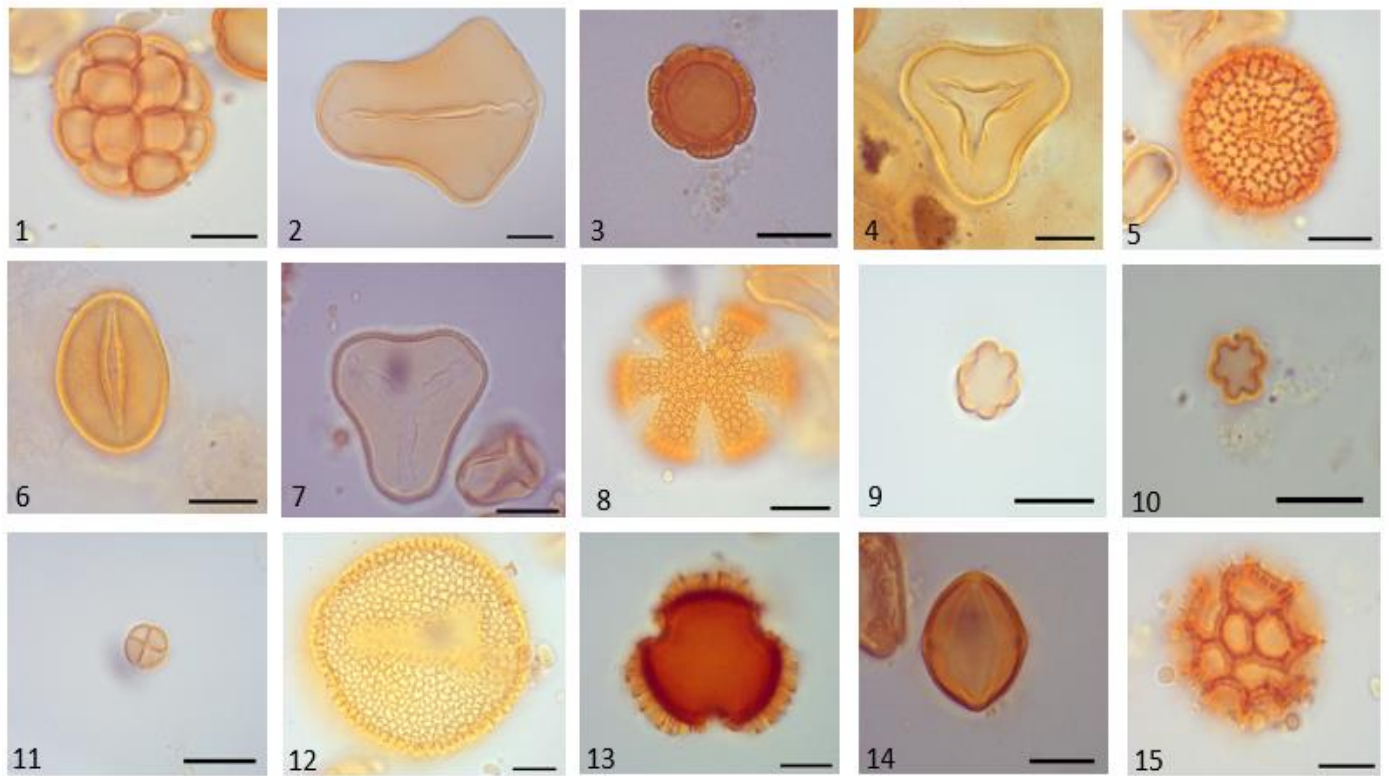


Plate 2. Some pollen types categorized as important minor pollen and minor pollen in honey samples from the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. Scale: 10 μ m. 1 - *Acacia* (Fabaceae), 2 - *Attalea* (Arecaceae), 3 - *Borreria verticilata* (Rubiaceae), 4 - *Cocos nucifera* (Arecaceae), 5 - *Cordia* (Boraginaceae), 6 - *Desmodium* 2 (Fabaceae), 7 - *Elaeis guineensis* (Arecaceae), 8 - *Hyptis* (Lamiaceae), 9 - *Miconia* 1 (Melastomataceae), 10 - *Miconia* 2 (Melastomataceae), 11 - *Mimosa caesalpiniiifolia* (Fabaceae), 12 - *Momordica* (Cucurbitaceae), 13 - *Ruellia* (Acanthaceae), 14 - *Solanum* 1 (Solanaceae), 15 - *Vernonia* (Asteraceae).

Table 2. Pollen spectrum showing the occurrence classes (Louveau et al. 1978) and frequency of occurrence (Feller-Demalsy et al. 1987) of the pollen types found in samples of honeys of *Apis mellifera* L. from the districts of the Discovery Coast, Bahia state, Brazil: BL, Belmonte; EU, Eunápolis; GU, Guaratinga; IT, Itabela; IG, Itagimirim; IP, Itapebi; PS, Porto Seguro. Classes: PP, predominant pollen; SP, secondary pollen; PIm, isolated minor pollen; PM, minor pollen; -, absent. FO, frequency of occurrence: VF, very frequent; F, frequent; IF, infrequent; R, rare.

Family/Pollen Type	Honey samples																						FO
	BL 1	BL2	BL3	BL4	EU1	EU2	EU3	EU4	EU5	GU1	GU2	IT1	IT2	IT3	IG1	IG2	IP1	PS1	PS2	PS3	PS4		
Andira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	-	-	-	R	
Chamaecrista	-	-	-	-	PIm	SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	SP	PIm	-	F	
Desmodium 1	-	-	-	PM	PIm	SP	SP	-	PIm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIm	PM	-	F	
Desmodium 2	-	-	-	-	-	-	-	MP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
M. caesalpiinifolia	PM	PM	-	PM	-	-	PM	-	-	-	-	-	PM	PM	-	-	-	PIm	PIm	PM	-	F	
Mimosa pudica	-	PM	PM	PM	PM	PM	-	-	-	PP	PP	PP	PIm	SP	PM	PM	-	-	PM	PM	PIm	VF	
Senegalia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-	-	-	MP	-	-	-	MP	R	
Zornia	-	-	-	-	-	-	PIm	SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
Gratiolaceae																							
Scoparia dulcis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	PIm	-	-	-	-	-	R	
Lamiaceae																							
Hyptis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
Lythraceae																							
Cuphea		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	PM	-	-	-	-	R	
carthagenensis																							
Cuphea flava	-	-	PM	PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	-	-	-	IF	
Malvaceae																							
Eriotheca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	-	-	-	-	R	
Melastomataceae																							
Miconia 1	-	PM	-	-	-	-	-	ImP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
Miconia 2	-	PM	-	-	-	-	-	-	-	PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
Moraceae																							
Brosimum	PP	SP	-	-	SP	PIm	-	PIm	PIm	-	PIm	PIm	-	-	-	PM	-	-	-	SP	PIm	VF	
Myrtaceae																							
Eucalyptus 1	-	-	SP	SP	PIm	PM	PIm	PM	SP	PM	SP	-	PP	SP	PM	PIm	-	-	PIm	PIm	SP	VF	

Table 2. Pollen spectrum showing the occurrence classes (Louveau et al. 1978) and frequency of occurrence (Feller-Demalsy et al. 1987) of the pollen types found in samples of honeys of *Apis mellifera* L. from the districts of the Discovery Coast, Bahia state, Brazil: BL, Belmonte; EU, Eunápolis; GU, Guaratinga; IT, Itabela; IG, Itagimirim; IP, Itapebi; PS, Porto Seguro. Classes: PP, predominant pollen; SP, secondary pollen; PIm, isolated minor pollen; PM, minor pollen; -, absent. FO, frequency of occurrence: VF, very frequent; F, frequent; IF, infrequent; R, rare.

Family/Pollen Type	Honey samples																					FO
	BL1	BL2	BL3	BL4	EU1	EU2	EU3	EU4	EU5	GU1	GU2	IT1	IT2	IT3	IG1	IG2	IP1	PS1	PS2	PS3	PS4	
<i>Eucalyptus</i> 2	PM	PM	PIm	PIm	PIm	PIm	SP	PIm	SP	-	-	PIm	PIm	SP	PM	PIm	-	-	PIm	PIm	SP	VF
<i>Myrcia</i> 1	PIm	PIm	PM	PM	SP	SP	PIm	PIm	PIm	PIm	PM	PM	PM	-	PM	PM	PM	SP	PIm	PIm	-	VF
<i>Myrcia</i> 2	-	-	SP	SP	-	-	PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIm	-	-	-	-	IF
<i>Myrcia</i> 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIm	PIm	-	-	-	-	-	-	R
Nyctaginaceae																						
<i>Bougainvillea</i>	-	-	-	-	-	-	-	PIm	PIm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
Piperaceae																						
<i>Piper</i>	PIm	PIm	-	-	-	-	-	PIm	PIm	-	-	-	-	-	-	PIm	-	-	-	-	-	F
Poaceae																						
Poaceae type	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIm	-	-	PM	-	-	PM	PIm	PIm	-	-	PM	F
Rubiaceae																						
<i>Borreria verticillata</i>	PM	PIm	PIm	PM	PM	PM	-	PM	PM	-	-	PM	PM	PM	PM	PIm	-	PIm	PIm	PIm	PM	VF
<i>Richardia</i>	-	-	-	PM	PIm	PIm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IF
<i>Simira</i>	-	-	PIm	PIm	PM	PM	PIm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F
Rubiaceae type	-	-	-	-	PM	PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
Solanaceae																						
<i>Solanum</i> 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIm	PM	PM	PIm	PIm	PIm	PM	-	-	-	F
<i>Solanum</i> 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PM	-	-	PM	R
Urticaceae																						
<i>Cecropia</i>	SP	PP	PIm	PIm	PM	PM	SP	SP	SP	PM	PM	PM	-	-	PP	SP	SP	PIm	PIm	PIm	PM	VF
Number different pollen	9	13	15	16	13	13	12	14	11	9	7	9	14	7	10	14	11	14	15	16	11	-

Principal Component Analysis (PCA)

In the PCA with all pollen types (Figure 3), the descriptors characterized 67% of the total variability of the samples, being the variance of 37% relative to component 1 and 25% to component 2. The pollen spectrum generated three different groups: Itabela (IT1 and IT3) and Guaratinga (GU1 and GU2) (the left side of Figure 3). The second group includes samples from the municipalities of Belmonte (BL3, BL4), Itabela (IT2) and Porto Seguro (PS4), and the third group (on the right side of figure 3) includes the other honey samples: Belmonte (BL1-2), Eunápolis (EU1-5), Itagimirim (IG1-2), Itapebi (IP1) and PS (PS1-3) (Figure 3).

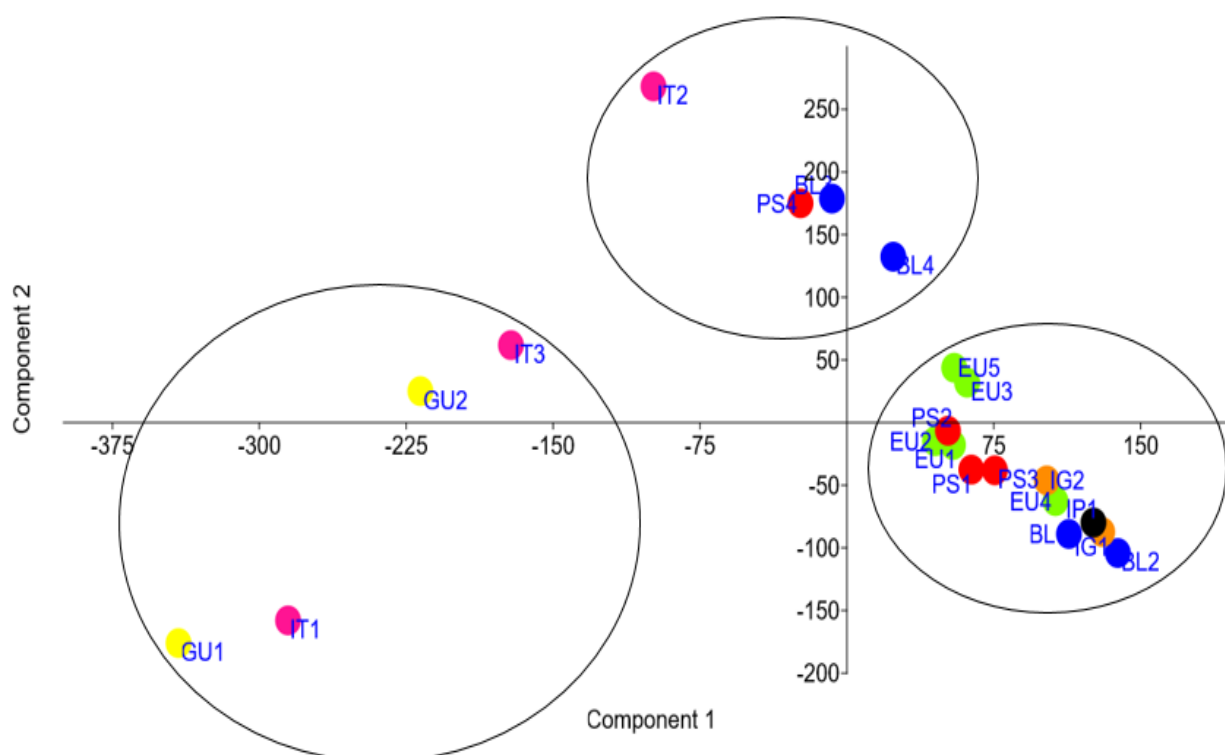


Figure 3. Principal Component Analysis (PCA) including pollen types identified in honey samples from the districts of the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. Different colors symbolize honey samples from different municipalities: blue, Belmonte (BL); green, Eunápolis (EU); yellow, Guaratinga (GU); pink, Itabela (IT); brown, Itagimirim (IG); black, Itapebi (IP); red, Porto Seguro (PS).

When PCA is performed with only predominant and secondary pollen types (Figure 4), the descriptors characterize 66% of the total variability of samples, being the variance of 41% relative to component 1 and 25% of component 2. Samples from Guaratinga (GU1) and Itabela (IT1) (right side of figure 4) were grouped due to the presence of pollen type *Mimosa pudica* (Mp) that is recorded as predominant pollen in both samples. Another group (also on the right side of Figure 4) shows samples of Itabela (IT2), Belmonte (BL3, BL4) and Porto Seguro (PS4), where pollen type *Eucalyptus* 1 (Euca 1) occurs as a predominant pollen in Itabela and as secondary pollen in the other samples of this association. Also on the right side of figure 4, between the two previous groups, we have samples of Guaratinga (GU2) and Itabela (IT3) that present both pollen types (Mp and Euca 1), being *M. pudica* as predominant pollen and *Eucalyptus* 1 as a secondary in Guaratinga; in Itabela, both pollen types occurred as secondary pollen. The fourth group, on the left side (Figure 4), includes the other samples of honey, and it is possible to notice that pollen types such as *Cecropia* (Cec) and *Brosimum* (Bro) contribute to the formation of the grouping.

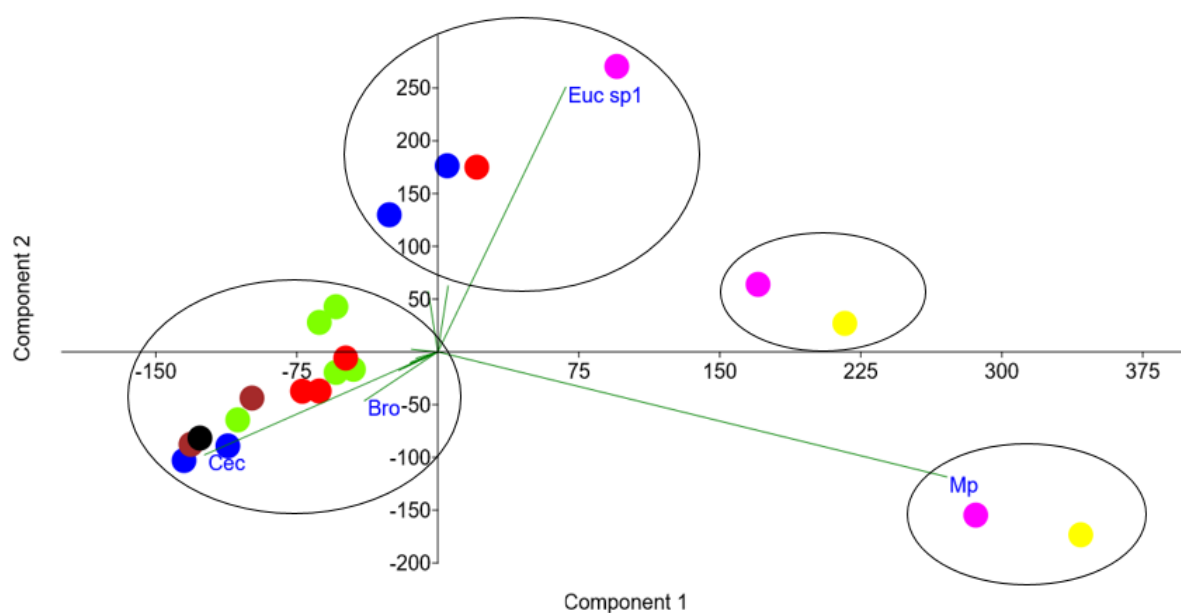


Figure 4. Principal Component Analysis (PCA) of the pollen types categorized as predominant pollen and secondary pollen in honey samples from the districts of the Discovery Coast, Bahia state, Brazil. Different colors symbolize honey samples from different municipalities: blue, Belmonte (BL); green, Eunápolis (EU); yellow, Guaratinga (GU); pink, Itabela (IT); brown, Itagimirim (IG); black, Itapebi (IP); red, Porto Seguro (PS). Pollen types: Bro - *Brosimum*, Cec - *Cecropia*, Euca 1 - *Eucalyptus* 1, Mp - *Mimosa pudica*.

DISCUSSION

The honeys of the Discovery Coast revealed, through the pollen spectrum, the representativity of a great diversity of plant species visited by *Apis mellifera* bees in the search for floral resources. This possibly includes both species visited for nectar and pollen collection, since certain types identified represent predominantly polliniferous plant groups, including anemophils, such as *Cecropia* (Urticaceae). The botanical families found in this study corroborate previous reports that africanized bees in the Neotropical region mainly use Asteraceae, Anacardiaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myrtaceae, Arecaceae, Rubiaceae and Solanaceae as sources of nectar and pollen (Almeida-Muradian et al. 2005; Barth and Luz 1998; Ramalho et al. 1990).

According to Koppler et al. (2007), these insects have general behavior and easy adaptation, which reflects the presence of pollen types related to plant species from different environments. For the Northeast region of Brazil, works as performed by Moretti et al. (2005), in Ceará; Muniz and Brito (2007), in Maranhão; Sodré (2008), Piauí; Silva et al. (2012) and Rolim (2015), in Sergipe; Moretti et al. (2000), Sodré et al. (2001), Nascimento et al. (2006), Oliveira and Santos (2014), Bahia, have indicated the presence in the honeys of *A. mellifera* pollen types related to species of *Eucalyptus* sp., *Mimosa* sp., among others.

The pollen spectrum indicates that bees use plants with different ecological characteristics, such as the pollen type related to the species *Mimosa pudica* L. (Fabaceae), a generally invasive plant colonizing degraded areas (Queiroz 2009) and essentially polliniferous. In different places in the world (Forcone 2008; Ramirez-Arriaga et al. 2011; Dobre et al. 2013; Ponnuchamy et al. 2014), including Brazil (Silva 2006; Sodré et al. 2007, 2008; Silva 2009; Sekine 2011; Vieira et al. 2011; Moraes 2012; Silva et al. 2012; Araújo et al. 2013; Sekine et al. 2013; Borsato et al. 2014; Jesus et al. 2014; Silva and Santos 2014; Simeão et al. 2015), species of Fabaceae family showed prominent participation in the pollen spectrum of *A. mellifera* honey. In Bahia, Fabaceae shows important participation in the constitution of honey (Martins 1990; Carvalho and Marchini 1999; Moreti et al. 2000; Carvalho et al. 2001; Lorenzon et al. 2003; Lima 2007; Mello 2008; Novais et al. 2009; Nascimento et al. 2015; Oliveira and Santos 2014). In this study, Fabaceae was the richest botanical family and the pollen type *Mimosa pudica* occurred as dominant pollen in honey samples from the municipalities of Guaratinga and Itabela, confirming their relevance, also, in this region of the state.

Another ecological characteristic observable in the pollen spectrum refers to the types related to species of the genus *Eucalyptus* L'Hér. (Myrtaceae), which represents plants introduced and cultivated in Brazil, with great economic potential (Souza and Lorenzi 2008). The pollen type *Eucalyptus* sp. includes several species with very similar pollen morphology. Oliveira and Santos

(2014) found *Eucalyptus* sp. in all samples of the municipalities of the Extreme South micro region of Bahia stood out in three as the predominant pollen. For the municipalities of the Coast of Discovery, there were two pollen types of this genus: *Eucalyptus* 1, which occurred as a predominant pollen in the city of Itabela and *Eucalyptus* 2, as a secondary pollen, in the cities of Eunápolis, Itabela and Porto Seguro. It is noteworthy that the reason for the high representativeness of this pollen type in the region is the presence of eucalyptus silviculture for the production of cellulose. Samples of honeys of apiaries installed in these crops were acquired in the research. In other areas of the state of Bahia, Moreti et al. (2000) and Sodré et al. (2001) related the participation of this pollen type with reforestation actions in substitution of the original forest.

The occurrence of the pollen type associated with species of the genus *Cecropia* Loebl. was highlighted by the representativity, since it appears in the pollen spectrum of all the municipalities of the Coast of Discovery, including as predominant pollen for the city of Itagimirim. Other authors have described a constant presence of *Cecropia* type in dehydrated pollen in nests of *Centris analis* [= *Centris (Melacentris) rhodoprocta* Moure & Seabra, 1960] (Dórea et al. 2010), propolis (Avelino and Santos 2018), in samples of *A. mellifera* honey in the state of Bahia (Moreti et al. 2000; Sodré et al. 2001, 2007; Oliveira and Santos 2014; Nascimento et al. 2015) and in other Brazilian states (Freitas 2001; Luz et al. 2007; Silva and Santos 2014). Pollen grains of anemophilous species are often disregarded in pollen spectra because they do not contribute to the formation of honey, but their importance is related to the indication of geographic origin and to the colony's protein supply (Barth 2005). Another pollen type found in the analyzed samples of honeys related to plant species that occur in forest and / or humid environments is the case of the genus *Brosimum* Sw., which has distribution in the tropics and in Bahia and is represented by four species restricted to the Atlantic Forest (Castro 2006). The pollen type associated with this genus was considered as a predominant pollen in a sample of honey from the city of Belmonte and occurs as a secondary pollen in the municipalities of Eunápolis and Porto Seguro.

Another similar case related to species of the flora of the coastal region refers to the pollen type *Euterpe edulis*, classified as secondary pollen. The species *Euterpe edulis* Mart. is an endemic plant of the Atlantic Forest that occurs from the south of Bahia to the north of Rio Grande do Norte and is exploited for palm heart extraction and abundant pollen and floral nectar production (Mori et al. 1983; Reis et al. 2000). The pollen types *Brosimum*, *Cecropia* and *Euterpe* correspond to typical forest genera which have representatives in the Atlantic Forest vegetation of the southern Bahia coast (Oliveira and Santos 2014).

In the honey samples from Bahia, Oliveira and Santos (2014) recorded *Myrcia* and *Eucalyptus* as secondary pollen. A similar result was found on the Coast of Discovery for the pollen types of Myrtaceae (*Eucalyptus* 2, *Myrcia* 1 and *Myrcia* 2). This family is very important as a resource for

bees because in regions where the Myrtaceae are part of the native flora, they are always present in the honey (Forcone 2008; Sanchez and Lupo 2017). In this region of the state, we also identified the pollen types *Mikania* (Asteraceae), whose family is also prominent in the production of honey (Terrab et al. 2001; Andrada and Tellería 2005; Santos et al. 2006; Forcone 2008; Silva 2012), and *Tapirira guianensis*, a pollen type representative of the most common native species of the Anacardiaceae family, occurring in almost all Brazilian forest formations (Santos and Ferreira 2013).

In the honeys of the Discovery Coast, the pollen types related to the species *Elaeis guineensis* A. Cheval (Arecaceae), commonly known as oil palm, whose oil production is used in cooking and in industrial applications, were considered as important minor pollen and minor pollen (Mori et al. 1983), as well as *Cocos nucifera* L. (Arecaceae), a typical palm of the coastal region, but very frequent in semi-arid areas, essentially anemophilous, but with records being pollinated by *A. mellifera* (Santos et al. 2006). The pollen type *Cocos nucifera* was also verified in melissopalynological analyzes of other coastal regions in Northeast Brazil (Aires and Freitas 2001; Santos et al. 2006; Oliveira et al. 2010; Oliveira and Santos 2014).

Pollen types of the Rubiaceae family were present in honeys of some regions of the Northeast (Silva et al. 2012; Oliveira and Santos 2014; Silva and Santos 2014; Borges et al. 2015), including the Coast of Discovery, especially in the species *Borreria verticillata* (L.) G. Mey., which was very frequent (80%) in the samples studied and, according to Freitas e Silva (2006), represents a species characterized as an important supplier of nectar. This species is widely distributed in Brazil (BFG 2015), usually growing on sandy, highly eroded soils, in secondary environments of various plant formations (Cabral et al. 2011). In our study, the type related to this species occurred in municipalities such as Belmonte, Eunápolis and Porto Seguro, where apiaries are near the roadside, which may favor the occurrence of the pollen type of this species in honey. For Santos et al. (2006), *B. verticillata* is one of the most important species for beekeeping in Northeastern Brazil.

In addition, some pollen types, such as *Hyptis*, *Vernonia* and *Richardia*, may be related to species that are part of the list of plants vital to beekeeping in the Northeast (Santos et al. 2006). Also, pollen types such as *Mikania* and *Myrcia* represent groups of plants that contribute significantly to beekeeping in the coastal region (Borges et al. 2014). Finally, pollen types such as *Piper*, *Acacia*, *Momordica*, *Eriotheca* and *Miconia* may represent elements of crops and ornamentals that could also be visualized in the samples studied.

In relation to PCA, we found that the formation of the groups was due to the presence of predominant pollen types (*Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 and *Mimosa pudica*), forming three main groups being: 1- *Mimosa pudica* (Mp), 2- *Eucalyptus* 1 (Euca 1) and 3 - *Cecropia* (Cec). The pollen type *Mimosa pudica* (Mp), approached samples from Guaratinga and Itabela, municipalities that are geographically closer. *Eucalyptus* 1 (Euca 1), collected samples from Itabela (IT2), Belmonte

(BL3, BL4) and Porto Seguro (PS4), mainly occurring as a secondary pollen in this association. Some honeys were purchased from municipalities that house eucalyptus plantations for pulp production. The pulp company maintains a cooperation agreement with associations of beekeepers of the region providing sites (apiculture pastures) for the production of honey. In the third group, it is possible to notice that pollen types registered as secondary pollen contribute to the approximation of the municipalities. *Cecropia*, appearing as predominant pollen in Belmonte (BL2), Itagimirim (IG2) and *Brosimum* in Belmonte (BL1). Other samples were approximated as in the case of Eunápolis (EU3), Itapebi (IP1), Porto Seguro (PS2) for registering pollen types *Desmodium* 1, *Mikania* and *Chamaecrista* as secondary pollen. The anthropic action in honeydew areas is strongly marked by the planting and deforestation corridors on the Discovery Coast, and many of the pollen types found in our study samples represent cultivated, widely distributed and / or anthropogenic plant species.

FINAL CONSIDERATIONS

The palynological analysis of honeys from the Discovery Coast of Bahia recorded four predominant pollen types: *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 and *Mimosa pudica*. The honeys of the municipalities of Eunápolis, Itapebi and Porto Seguro did not present predominant pollen. The pollen type *Cecropia* occurred in samples from all municipalities studied and, together with the types *Brosimum*, *Chamaecrista*, *Desmodium* 1, *Eucalyptus* 1, *Eucalyptus* 2, *Euterpe edulis*, *Mikania*, *Myrcia* 1, *Myrcia* 2, *Tapirira guianensis* and *Zornia*, appeared as secondary pollen in the region's pollen spectrum.

The absence of pollen types related to endemic species of the Coast of Discovery has been observed, but some types have helped to characterize the pollen spectrum of this area of the state of Bahia. Pollen types of the genus *Brosimum*, *Cecropia* and *Euterpe* are associated to typical species of forests and have representatives in the vegetation of the Atlantic Forest. The pollen type *Eucalyptus* 1 showed high representativity in the honeys of the region, which is due to the presence of silviculture for the production of cellulose. Many of the pollen types found in honey samples represent cultivated plant species, widely distributed and / or anthropic. Principal components analysis showed that the honeys were mainly grouped by the abundance of predominant pollen types and secondary pollen present in each sample, approaching by the pollen spectrum municipalities like Guaratinga and Itabela. *Mimosa pudica*, *Eucalyptus* 1 and *Cecropia* segregated some samples in an obvious way.

ACKNOWLEDGMENTS

We are indebted to the *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia* (Fapesb) for providing a grant to the first author and financial support to this research (APP011/2016). We are also grateful to the Plant Micromorphology Laboratory at Bahia State University at Feira de Santana (Lamiv, UEFS) and its staff for infrastructural facilities.

REFERENCES

- Aires ERB, Freitas BM. 2001. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do estado do Ceará. *Ciência Agrônômica*. (32):22-29.
- Almeida AMM, Carvalho CAL, Abreu RD, Santos FAR, Araújo RCMS, Oliveira PP. 2005. Espectro polínico de amostras de mel de *Apis mellifera* L. proveniente de Nova Soure, Bahia. *Rev Agric*. 80:131-147.
- Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth OM. 2005. Composição química e avaliação botânica de grãos de pólen de abelha secos. *J Food Compos Anal*. 18(1):105 - 111.
- Almeida-Muradian LB, Souza RJ, Barth OM, Gallmann P. 2014. Preliminary data on Brazilian monofloral honey from the northeast region using FT-IR ATR spectroscopic, palynological, and color analysis. *Química Nova*. 37:716–719.
- Alves MO, Carvalho CAL, Souza BA. 2006. Espectro polínico de amostras de mel de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: 1863 (Hymenoptera: Apidae) Apidae) *Acta Sci. Biol. Sci*. 28(1):65-70.
- Alves RF, Santos FAR. 2014. Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. *Palynology*. 38:1–11.
- Andrada AC, Tellería MC. 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): Botanical origin and protein content. *Grana*. 44:115–122.
- Araújo JS, Chambó ED, Costa MAPC, Silva SMPC, Carvalho CAL, Estevinho LM. 2017. Chemical composition and biological activities of mono- and heterofloral bee pollen of different geographical origins. *IJMS*. 18(5):921.
- Avelino LO, Santos FAR. 2018. The presence of Fabaceae in the pollen profile of propolis produced in northeastern Brazil. *Acta Bot. Bras*. 32(4):602-614.
- [BAHIA] Governo do Estado da Bahia (BR). 2010. Decreto nº 12.354 de 25 de agosto de 2010. <https://governo-ba.jusbrasil.com.br/legislacao/1024959/decreto-12354-10>; [accessed 2018 Nov 2].
- [BAHIA] Governo do Estado da Bahia (BR). 2015. Território de Identidade Costa do Descobrimento Perfil Sintético. http://www.portalsdr.ba.gov.br/intranetsdr/model_territorio/Arquivos_pdf/Perfil_Costa%20do%20Descobrimento.pdf; [accessed 2018 Nov 2].
- [BAHIA] Governo do Estado da Bahia (BR). 2016. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Santa Cruz Cabralia, Bahia. <http://www.gamba.org.br/wp->

[content/uploads/2016/06/PMMA_St-Cruz-Cabralia_vers%C3%A3o-digital.pdf](#); [accessed 2018 Out 6].

[BFG] The Brazil Flora Group. 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*. 66:1085-1113. <https://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/rodrig66-4/12-0043.pdf>; [accessed 2018 Jan 9].

Barth OM, Luz CFP. 1998. Melissopalynological data obtained from a mangrove área near to Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Apicultural Research*. 37(3):155-163.

Barth OM. 2005. Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. <https://www.apacame.org.br/mensagemdoce/81/artigo.htm>; [accessed 2019 Mar 6].

Borges RLB, Jesus MC, Camargo RCR, Santos FAR. 2014. Pollen content of Marmeleiro (*Croton* spp., Euphorbiaceae) honey from Piauí State, Brazil. *Palynology*. 38:1–16.

Borsato DM, Farago PV, Luz CFP, Alencar SM, Almeida MM. 2014. Qualidade físico-química, origem botânica e propriedades antioxidantes de méis florais da região dos Campos Gerais, Brasil. *Interciência*. 39:249-254.

Cabral EL, Mabel LM, Salas RM. 2011. Dos especies nuevas de *Borreria* (Rubiaceae), sinopsis y clave de las especies para Bahia, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 25(2):255-276.

Carvalho CAL, Marchini LC. 1999. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica*. 22(2):333-338.

Carvalho CAL, Moreti ACCC, Marchini LC, Alves RMO, Oliveira PCF. 2001. Pollen spectrum of samples of urucu bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) honey. *Revista Brasileira de Biologia*. 61(1):63-67.

Castro RM. 2006. Flora da Bahia – Moraceae. [dissertação mestrado]. Feira de Santana (BA): Universidade Estadual de feira de Santana.

Costa SN, Alves RMO, Carvalho CAL, Conceição PJ. 2015. Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* Latreille na região semiárida. *Ciênc Anim Bras.* 16(4):491–497.

Cruz APA, Dórea MC, Lima LCLE. 2015. Pollen types used by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (1874) (Hymenoptera, Apidae) in the provisioning of brood cells in an area of Caatinga. *Acta Bot Bras.* 29(2):282–284.

de Klerk P, Joosten H. 2007. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and scientific freedom. *Eiszeit Gegenw.* 56:162–171.

Dobre I, Petru, A, Escuredo O, Seijo CM. 2013. Palynological evaluation of selected honeys from Romania, Grana. 52(2):113-121.

Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR. 2010. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. *Oecol Austr.* 14(01):232–237.

- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCLE, Santos FAR 2013. A study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in Caatinga vegetation, Bahia, Brazil. *Grana*. 52(2):122–128.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*. 39:561-564.
- Feller-Demalsy MJ, Parent J. 1987. Analyse pollinique des miels de l'Ontario, Canada. *Apidologie*. 20:127-138.
- Forcone A. 2008. Pollen analysis of honey from Chubut (Argentinean Patagônia). *Grana*. 47:147–158.
- Freitas BM. 2001. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do Ceará. *Ciência Agronômica*. 32:22-29.
- Freitas BM, Silva EMS. 2006. Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In Santos FA R. *Apium Plantae*. Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido.
- Freitas WAT, Novais JS. 2014. Melissopalynologia na Amazônia brasileira: um banco de dados de tipos de pólen citados na literatura. *Bol Asoc Latinoam Paleobot Palinol*. 14:103-136.
- [FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica] Fundação SOS Mata Atlântica (BR). 2019. Relatório Anual de Atividades 2017. https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2018/10/AF_RA_SOSMA_2017_web.pdf; [accessed 2019 Jan 9].
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: *Paleontological Statistics* Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Harper, D.A.T. (ed.). 1999. *Numerical Palaeobiology*. John Wiley & Sons.
- [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). 2016. Produção da Pecuária Municipal. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf; [accessed 2019 Jan 9]
- [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). 2015. <http://www.ibge.com>; [accessed 2019 Jan 5].
- Jesus MC, Borges RB, Almeida SB, Brandão HN, Santos FAR. 2014. A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. *Palynology*. 39:110–124.
- Jones GD, Bryant Jr VM. 1996. Melissopalynology. In Jansonius J, McGregor DC. *Palynology: principles and applications*. Dallas (USA): American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Karabournioti S, Thrasyvoulou A, Eleftheriou E PA. 2006. Model for predicting geographic origin of honey from the same floral source. *Journal of Apicultural Research*. 45(3):117-124.
- Koppler K, Vororwoohl G, Koeniger N. 2007. Comparison of pollen spectra collected by four different subspecies of the honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie*. 38:341–353.
- Lima LCL. 2007. Espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae) do semi-árido nordestino: palinologia, fenologia, biologia floral e potencial apícola. [tese doutorado]. Feira de Santana (BA): Universidade Estadual de Feira de Santana.

- Lima LCL, Silva FHM, Santos FAR. 2008. Palinologia de espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae - Mimosoideae) do Semi-Árido brasileiro. *Acta Botanica Brasilica*. 22(3):794-805.
- Lorente FL, Buso Jr AA, Oliveira PE, Pessenda LCR. 2017. Atlas palinológico: Laboratório ^{14}C - Cena/USP. Piracicaba: FEALQ.
- Lorezon MCA, Atragnolo CAR, Schoereder JH. 2003. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na serra da Capivara, em catinga do Sul do Piauí. *Neotropical Entomology*. 32(1):27-36.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World*. 59(4):139-157.
- Luz CFP, Thomé ML, Barth OM. 2007. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região do Morro Azul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. *Rev Bras Bot*. 30:29 – 36.
- Marques LJP, Muniz FH, Lopes GS, Silva JM. 2011. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. *Acta Bot. Bras*. 25(1):141-149.
- Martins CF. 1990. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera - Apoidea) na Caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). [tese doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo.
- Matos VR, Alencar SM, Santos FAR. 2014. Pollen types and levels of total phenolic compounds in propolis produced by *Apis mellifera* L. (Apidae) in an area of the Semiarid Region of Bahia, Brazil. *Anais Acad Bras Ciênc*. 86(1):407–418.
- Matos VR, Santos FAR. 2015. Pollen in honey of *Melipona scutellaris* L. (Hymenoptera: Apidae) in an Atlantic Rainforest area in the state of Bahia, Brazil. *Palynology*. 40:1–35.
- Mello PA. 2008. Flora apícola em Jequitibá, Mundo Novo-BA. [dissertação mestrado] Cruz das Almas (BA): Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.
- Moar NT. 1985. Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 28:9-70.
- Modro AFH, Message D, Da Luz CFP, Meira Neto JAA. 2011. Flora de importância polinífera para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. *Rev. Árvore*. 35(5):1145-1153.
- Moraes FJ. 2012. Caracterização físico-química e palinológica de amostra de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR). [dissertação mestrado]. Marechal Cândido Rondon (PR): Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Moreti ACC, Carvalho CAL, Marchini LC, Oliveira PCF. 2000. Espectro Polínico de Amostras de Mel de *Apis mellifera* L., coletadas na Bahia. *Campinas: Bragantia*. 59(1):1-6.
- Moreti ACC, Arruda CMF, Marchini LC, Sodré GS. 2005. Análise polínica de amostras de méis de *Apis mellifera* L., da Chapada do Araripe, município de Santana do Cariri, Ceará, Brasil. *Indústr.anim., N. Odessa*. 62(3):p.235-244.
- Mori AS, Boom BM, Carvalho AM, Santos TS. 1983. Southern Bahian Moist Forests. *The Botanical Review*. 49(2):155-232.

- Nascimento AS, Carvalho CAL, Sodré GS, Pereira LL, Machado CS, Jesus LS. 2009. Recursos nectaríferos e poliníferos explorados por *Melipona quadrifasciata anthidioides* em Cruz das Almas, Bahia. *Magistra*. 21:25-29.
- Nascimento AS, Carvalho CAL, Sodré GS. 2015. The pollen spectrum of *Apis mellifera* honey from Reconcavo of Bahia, Brazil. *JSRR*. 6(6):426–438.
- Muniz FH, Brito ER. 2007. Levantamento da flora apícola do município de Itapecuru-Mirim, Maranhão. *Revista Brasileira de Biociências*. 5(1):111-113.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semiarid area from Bahia, Brazil. *Grana*. 48:224–234.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2010. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. *Acta Bot Bras*. 74(10):1355–1358.
- Novais JS, Absy ML, Santos FAR. 2013. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. *Arthropod-Plant Interact*. 7:619–632.
- Novais JS, Absy ML, Santos FAR. 2014. Pollen types collected by *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) in dry vegetation in northeastern Brazil. *Eur J Entomol*. 111(1):25–34.
- Novais JS, Absy ML. 2015. Melissopalynological records of honeys from *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) in the Lower Amazon, Brazil: pollen spectra and concentration. *J Apic Res*. 54(1):11–19.
- Oliveira PP, van den Berg C, Santos FAR. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana*. 49(1):66–75.
- Oliveira PP, Santos FAR. 2014. Prospecção Palinológica em Méis da Bahia. Feira de Santana (Bahia): PrintMídia.
- Oliveira RG, Jain S, Luna AC, Freitas LS, Araújo ED. 2017. Screening for quality indicators and phenolic compounds of biotechnological interest in honey samples from six species of stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Food Sci Technol*. 37(4):552–557.
- Polomo KGS. 2015. Vulnerabilidade da Mata Atlântica no Sul da Bahia frente à Expansão da Fronteira Econômica. *Journal of Social, Technological and Environmental Science*. 4(2):70-82.
- Ponnuchamy R, Bonhomme V, Prasad S, Das Lipi, Patel P, Gaucherel C, Pragasan A, Anupama K. 2014. Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. *PLoS ONE*. 9(7).
- Queiroz LP. 2009. Leguminosas da Caatinga. Feira de Santana (BA): Royal Botanic Gardens.
- Ramalho M, Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL. 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie*. 21:469-488.

- Reis MS, Fantini AC, Nodari RO, Reis A, Guerra MP, Mantovani A. 2000. Management and conservation of natural populations in Atlantic rain forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica*. 32(4b):894-902.
- Rolim GS. 2015. Flora apícola para *Apis mellífera* L. em municípios de Sergipe. [dissertação mestrado]. São Cristóvão (SE): Universidade Federal de Sergipe.
- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo LA, Díaz-Carbaja E. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*. 50:40–54.
- Roubik DW, Moreno JE. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado. New York: Missouri Botanical Garden.
- Salis SM, Jesus EM, Reis VDA, Almeida AM, Padilha DRC. 2015. Calendário floral de plantas melíferas nativas da Borda Oeste do Pantanal no Estado do Mato Grosso do Sul. *Pesq. agropec. bras.* 50(10):861-870.
- Santos PL, Ferreira RA. 2013. Fenologia de *Tapirira guianensis* AUBL. (Anacardiaceae) no município de São Cristóvão, Sergipe. *Rev. Árvore*. 37(1):129-136.
- Santos Jr. MC, Santos FAR. 2003. Espectro polínico de amostras de méis coletadas na microrregião do Paraguassu, Bahia. *Magistra*. 15:79-85.
- Santos FAR, Oliveira JM, Oliveira PP, Leite KRB, Carneiro CE. 2006. Plantas do semi-árido importantes para as abelhas. In Santos FAR (Ed.), *Apium Plantae*. Recife: IMSEAR.
- Seijo MC, Aira MJ, Iglesias I, Jato MV. 1992. Palynological characterization of honey from La Coruña province (NW Spain), *Journal of Apicultural Research*. 31(3-4):149-155.
- Sekine EES. 2011. Flora apícola, caracterização físico-química e polínica de amostras de mel de *Apis mellífera* L., 1758 em apiários nos municípios de Ubatuba e Nova Aurora (PR). [tese doutorado]. Maringá (PR): Universidade Estadual do Maringá.
- Silva RA. 2006. Caracterização da flora apícola e do mel produzido por *Apis mellífera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) no Estado da Paraíba. [tese doutorado]. Areia (PB): Universidade Federal da Paraíba.
- Silva, ERG. 2009. Origem botânica do mel de *Apis mellífera* L. em Cáceres, MT. [dissertação mestrado]. Cáceres (MT): Universidade do Estado de Mato Grosso.
- Silva APC, Lima AS, Santos FAR. 2012. Botanical biodiversity in honey samples from the semiarid region of Sergipe state, Brazil. *Magistra*. 24:158–171.
- Silva APC, Santos FAR. 2014. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana*. 53(2):59-170.
- Silva FHM, Santos FAR, Lima LCL. 2016. Flora Polínica das Caatingas: Estação Biológica de Canudos (Canudos, Bahia, Brasil). Feira de Santana: Micron.
- Silva APC, Alves RMO, Santos FAR. 2017. The role of *Mimosa* L. (Fabaceae) on pollen provision of *Melipona asilvai* Moure 1971 in a Caatinga area from Brazil. *Grana*. 57:311-321

- Sodré GS, Marchini LC, Moreti ACCC, Carvalho CAL. 2001. Análises polínicas de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) do Litoral Norte do Estado da Bahia. *Revista de Agricultura*, Piracicaba. 76(2):215-225.
- Sodré GS, Marchini LC, Carvalho CAL, Moreti ACCC. 2007. Análise de pólen em amostras de méis das duas principais regiões produtoras do nordeste brasileiro. *Um Acad Bras Ciênc.* 79(3):381-388.
- Sodré GS, Marchini LC, Moreti ACCC, Carvalho CAL. 2008. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. *Cienc Rural.* 38(3):839–842.
- Souza VC, Lorenzi H. 2008. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Souza LS, Santos L, Cátia I, De Jesus C, Fidelis PP, Alves J, Marcos R. 2015. Pollen spectrum of the honey of urucu bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in the North Coast of Bahia State. *Acta Scientiarum. Biological Sciences.* 37: 483-489.
- Souza RR, Abreu VHR, Novais JS. 2018. Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. *Palynology.* 1-11.
- Terrab A, Castrillón BV, Dapena MJD. 2001. Pollen analysis of honeys from the Gharb region (NW Morocco). *Grana.* 40:210–216.
- Von Der Ohe W, Persano-Oddo L, Piana ML. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie.* 35:18-25.

Capítulo 02

MÉIS DE AROEIRA, EUCALIPTO E VELAME: A PALINOLOGIA CONFIRMA TAIS FLORADAS PREDOMINANTES INDICADAS PELOS APICULTORES?²

² Manuscrito a ser formatado e submetido ao Comitê Editorial do periódico Acta Botanica Brasilica. Normas disponíveis no site: <http://www.scielo.br/revistas/abb/iinstruc.htm#002>

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar palinologicamente amostras de méis da Costa do Descobrimento, Bahia, indicados pelos apicultores como sendo de uma florada predominante. Para tanto, 7 amostras de méis foram adquiridas com apicultores dos municípios de Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela e Porto Seguro, no período de novembro/2017 a agosto/2018, tendo como floradas predominantes indicadas: aroeira (uma amostra), eucalipto (cinco) e velame (uma). Todas as amostras de méis foram acetolisadas e as lâminas foram depositadas na palinoFLORAS/UFSB. Os tipos polínicos foram determinados por comparação com as descrições obtidas em literatura especializada e foram contados ao menos 500 grãos pólen por amostra, determinando-se as classes de frequência. Os méis cuja indicação de florada predominante eram de velame e aroeira, não registraram os tipos polínicos afins às espécies botânicas esperadas: *Croton* L. spp. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, respectivamente. Das cinco amostras indicadas como sendo de florada predominante eucalipto (*Eucalyptus* sp., Myrtaceae), uma não teve florada predominante indicada pela palinologia e outra apresentou o tipo polínico *Eucalyptus* sp. como pólen dominante, as demais apresentaram-no como pólen acessório. Os resultados mostram que em 57% dos méis comercializados na região da Costa do Descobrimento como tendo florada predominante indicam corretamente tal origem botânica. A identificação palinológica e a contagem dos grãos representam um auxílio necessário para confirmar qual táxon botânico possivelmente contribuiu para compor determinado produto apícola.

Palavras-chave: Análise polínica, mel monofloral, melissopalynologia, *Apis mellifera*, Mata Atlântica, Brasil.

INTRODUÇÃO

O estado da Bahia apresenta grande diversidade de climas regionais e de formações vegetais. Ao longo do litoral baiano, predominantemente na região sul, ocorre a Mata Atlântica (Giulietti et al. 2006), fisionomia que do ponto de vista florístico, da abundância e do percentual de espécies endêmicas é um dos ecossistemas mais ricos do Brasil, com altos índices de endemismo (Mori et al. 1983; Forzza et al. 2012; Coelho & Amorim 2015). Ocupando menos de 10% da cobertura original, a Mata Atlântica representa uma das últimas reservas deste tipo no leste do Brasil (Mori et al. 1983). Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica (2017), de 2015 a 2016, foi detectado um aumento de 57,7% no desmatamento nos 17 estados do bioma. A Bahia liderou o desmatamento e os municípios de Santa Cruz Cabralia, Belmonte, Porto Seguro e Ilhéus levaram o sul da Bahia a somar cerca de 30% do total de destruição da floresta atlântica.

Dentre as consequências causadas pela perda destas áreas está o déficit nos serviços ecossistêmicos, como a polinização (Campanili & Bertoldo 2010), essencial para a reprodução da maioria das espécies vegetais. Desse processo participam os grãos de pólen, pequenos grânulos de dimensões microscópicas que variam quanto a forma, cor, aparência, tamanho e, por isso, podem ser utilizados para caracterizar gêneros e espécies vegetais (Erdtman 1969). A identificação de grãos de pólen é feita por meio dos caracteres presentes na exina, parede externa ácido-resistente, rica em esporopolenina. Tal identificação pode ser usada para indicar a origem geográfica e botânica de produtos apícolas, como mel, pólen apícola, própolis, geleia real etc. Isso ocorre porque os tipos polínicos encontrados nesses produtos são considerados “impressões digitais” de hábitos de forrageamento das abelhas (Jones & Bryant 1996).

A análise polínica pode contribuir para aumentar o conhecimento sobre a flora existente em uma área (Correia et al. 2017), determinar o potencial apícola (Freitas 1991; Lima 2007) e, ainda, auxiliar em estudos que envolvam as interações entre plantas e polinizadores, principalmente abelhas (Borges et al. 2006, Ferreira e Absy 2013, Vianna et al. 2014). Também é possível detectar fraudes (Moreti et al. 2000), determinar a qualidade dos produtos da colmeia (Von Der Ohe et al. 2004) e agregar valor comercial aos itens elaborados pelas abelhas (Souza et al. 2018).

Com o estudo dos grãos de pólen, também é possível classificar o mel como monofloral ou multifloral. Alguns autores consideram que, para o mel ser considerado monofloral ou unifloral, a amostra deve apresentar pelo menos uma frequência relativa superior a 45% de grãos de pólen de uma única espécie (Louveaux et al. 1978), mas, a depender da espécie vegetal em questão, esse valor pode chegar a 70% (Valle et al. 2004). Por outro lado, caso não haja pólen dominante, o mel é classificado como sendo multifloral (Ricciardelli-D’Albore 1997). No entanto, aspectos como super e sub-representação devem ser levados em consideração, haja vista algumas espécies serem

essencialmente poliníferas ou nectaríferas (Ricciardelli-D’Albore 1997, Molan 1998). Os méis monoflorais são apreciados pelo consumidor devido às propriedades de sabor, cor, aroma e ação farmacológica. Desta forma, estes méis alcançam preços mais elevados no mercado interno e externo (Andrade et al. 1999) e, portanto, têm maior valor agregado. Isso demanda averiguar as informações contidas em rótulos ou indicações dos comerciantes, a fim de saber, de fato, tais méis atendem às características necessárias para serem classificados como monoflorais. No entanto, para os méis brasileiros, a classificação da origem floral pela análise polínica é difícil, pois nossa flora é bastante diversificada variando de região para região (Cano 2002), além de que faltam estudos detalhados sobre a biologia floral de muitas espécies, o que seria útil para indicar o potencial polinífero ou nectarífero.

Diversos estudos no exterior examinaram os grãos de pólen em méis monoflorais como os realizados por Makhoulfi et al. (2015), na Argélia; Seijo et al. (2015), na Espanha; Rocha (2014) e Melo (2016), em Portugal; Ciappini et al. (2016) e Sánches & Lupo (2017), na Argentina; Belay et al. (2017), na Etiópia; Sniderman et al. (2018), na Austrália. No Brasil, poucos trabalhos têm sido realizados no sentido de acessar o espectro polínico dos méis indicados como monoflorais a exemplo de Barth et al. (1990), em estados como São Paulo, Maranhão e Mato Grosso do Sul; Almeida-Muradian et al. (2014), no Ceará; Borges et al. (2014), no Piauí; Kadri et al. (2016), no Espírito Santo. No entanto, faltam investigações específicas sobre méis indicados como monoflorais para o estado Bahia, até o momento.

No sul da Bahia, municípios como Eunápolis e Guaratinga, destacam-se na produção de mel (IBGE 2016), contribuindo para o bom desempenho estadual no cenário produtivo nacional. Contudo, a comercialização de méis indicados como sendo de uma florada predominante, seja nas feiras ou diretamente com os produtores, geralmente é feita apenas com base na observação empírica do apicultor no entorno do apiário, sem levar em consideração análises mais detalhadas, como a palinológica. Nesse sentido, no presente trabalho, nós objetivamos analisar palinologicamente amostras de méis da Costa do Descobrimento, Bahia, indicados pelos apicultores como sendo oriundos de três floradas predominantes comuns na região: aroeira, eucalipto e velame. Com isso, investigamos se a palinologia confirma tais origens florais indicadas para os méis da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta das amostras

O estudo foi realizado em cinco municípios pertencentes à Costa do Descobrimento (Fig.1), estado da Bahia: Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela e Porto Seguro. Foram adquiridas sete amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae: Apinae), no período de novembro

de 2017 a agosto de 2018, indicadas como sendo de floradas predominantes diretamente pelos apicultores locais, sendo uma amostra do município de Belmonte (BL1), uma de Eunápolis (EU1), duas de Guaratinga (GU1-2), duas de Itabela (IT1-2) e uma de Porto Seguro (PS1) (Tab. 1).

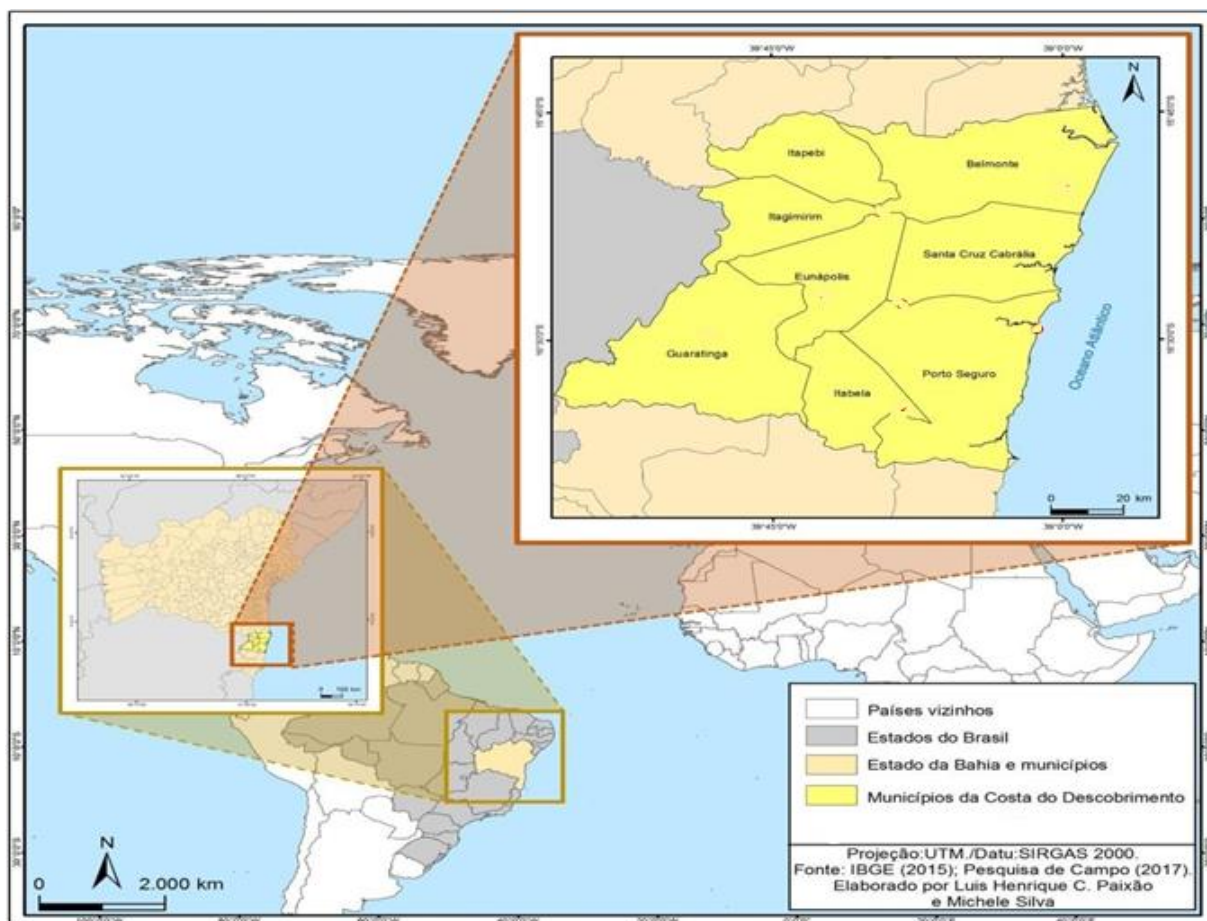


Fig. 1 - Municípios pertencentes à Costa do Descobrimento, Bahia, Brasil. Elaborado pela autora, ArcGis versão 10.2.0.338 (License Type Advanced). Fonte IBGE (2015).

Melissopalinologia

O processamento laboratorial foi realizado no Laboratório Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. Todas as amostras de méis foram preparadas utilizando-se a técnica da acetólise (Erdtman 1960), incluindo diluição inicial de 10 gramas de mel em água destilada morna ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) e álcool etílico (Jones & Bryant 1996). Foram confeccionadas ao menos quatro lâminas por amostra, sendo o sedimento polínico montado em gelatina glicerizada para

análise microscópica. As lâminas estão depositadas na palinoteca da Universidade Federal do Sul da Bahia (palinoFLORAS-UFSB).

A análise qualitativa consistiu em identificar os tipos polínicos encontrados nas lâminas de mel, por meio da comparação morfológica dos grãos de pólen com o laminário de referência da palinoFLORAS, bem como por comparação com a literatura especializada, como os catálogos polínicos de Roubik & Moreno (1991), Silva et al. (2016), Lorente et al. (2017), dentre outros. A análise quantitativa foi realizada por meio da contagem consecutiva de ao menos 500 grãos de pólen por amostra (Moar 1985), determinando-se as porcentagens dos mesmos. Para indicar as classes de ocorrência do tipo polínico em cada amostra, foram adotadas as categorias estabelecidas por Louveaux et al. (1978). Segundo Ramalho et al. (1985), fontes com representatividade polínica acima de 10% podem ser consideradas como recurso atrativo para as abelhas.

No entanto, antes de classificar as amostras como méis de floradas predominantes apenas pelo percentual de um tipo polínico estar acima de 45% no espectro polínico, é necessário considerar aspectos da biologia floral das respectivas espécies vegetais associadas. Os fatores de sub e superrepresentação das plantas não podem ser desconsiderados (Louveaux et al. 1978; Barth 1989). Os méis foram considerados palinologicamente como sendo de florada predominante se apresentaram pólen dominante ou pólen acessório e, no caso de *Eucalyptus*, se apresentou frequência superior a 70%, conforme Valle et al. (2004). Os dados referentes às classes de frequência no espectro polínico das amostras foram apresentados parcialmente em Bandeira & Novais (no prelo). No presente trabalho, o foco é dado às porcentagens dos tipos polínicos, considerando-se a indicação de florada predominante feita pelos apicultores, o que não foi discutido no manuscrito anterior.

Tabela 1 – Municípios da Costa do Descobrimento, coordenadas geográficas dos apiários e indicação de florada predominante dos méis amostrados.

Municípios da Costa do Descobrimento/ Código da amostra de mel	Coordenada geográfica (UTM)	Indicação de florada predominante pelo apicultor
Belmonte (BL)		
BL1	16°05.025`S; 039°14.974`W	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., Myrtaceae)
Eunápolis (EU)		
EU1	16°18.657`S; 039°25.728`W	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., Myrtaceae)
Guaratinga (GU)		
GU1	16°29.128`S; 039°55.926`W	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., Myrtaceae)
GU2	16°29.042`S; 039°55.836`W	Velame (<i>Croton</i> L. spp., Euphorbiaceae)
Itabela (IT)		
IT1	16°21.423`S; 039°37.430`W	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., Myrtaceae)
IT2	16°21.423`S; 039°37.430`W	Aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi, Anacardiaceae)
Porto Seguro (PS)		
PS1	16°23.557`S; 039°06.163`W	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., Myrtaceae)

RESULTADOS

Determinamos a afinidade botânica de 31 tipos polínicos nas amostras de méis analisadas, distribuídos em 26 gêneros e 17 famílias (Tab. 2), cujos dados parciais foram apresentados em Bandeira & Novais (no prelo). O tipo polínico, *Eucalyptus* 1 ocorreu em todas as amostras de méis da Costa do Descobrimento e, juntamente com *Mimosa pudica* (Prancha 1), figuraram como pólen dominante em duas amostras de méis, oriundas dos municípios de Guaratinga (GU2) e Itabela (IT1). As amostras de Belmonte, Eunápolis e Porto Seguro não apresentaram pólen dominante. Cinco tipos polínicos ocorreram como pólen acessório: *Cecropia*, *Eucalyptus* 2, *Myrcia* 2, além dos dois tipos polínicos também categorizados como pólen dominante.

Os méis indicados como sendo de florada predominante

O mel procedente de Belmonte, com florada predominante indicada de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), não registrou pólen dominante (Tab. 2). Os tipos polínicos que figuraram como pólen acessório nas amostras deste município foram *Eucalyptus* 1 (33,6%) e *Myrcia* 2 (29,6%) (Fig. 2). Outros 13 tipos polínicos foram classificados como pólen isolado, sendo que destes, ocorreu com frequência superior a 10% apenas o tipo polínico *Cecropia* (14,8%) (Tab. 2). Esta amostra foi caracterizada como sendo de florada predominante de *Eucalyptus* sp. e *Myrcia* sp.

A amostra obtida do município de Eunápolis (Tab. 2), também indicada como sendo de florada predominante de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), não apresentou pólen dominante. Quatro tipos polínicos foram categorizados como pólen acessório: *Cecropia* (16,8%), *Eucalyptus* 1 (17%) e *Eucalyptus* 2 (18,8%). Dentre os sete tipos polínicos classificados como pólen isolado, apenas o tipo polínico *Bougainvillea* (13,6%) obteve frequência acima de 10%. Esta amostra foi caracterizada como sendo de florada predominante de *Eucalyptus* spp.

Os méis do município de Guaratinga foram indicados pelo apicultor como sendo de duas floradas predominantes: eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), para a amostra GU1, e velame (*Croton* spp. Euphorbiaceae), para a amostra GU2. Na amostra GU1, o tipo polínico *M. pudica* figurou como pólen dominante (86,6%) e não houve pólen acessório. Na amostra GU2, o tipo *Mimosa pudica* também foi registrado como pólen dominante (50%) e o tipo polínico *Eucalyptus* 1 (35,6%) ocorreu como pólen acessório. Outros nove tipos polínicos figuraram como pólen isolado importante, sendo o tipo *Brosimum* (11,4%) o único a registrar frequência acima de 10% (Tab. 2). A amostra de mel GU1 foi classificada não teve florada predominante indicada pela palinologia, e a GU2 teve predomínio de *Eucalyptus* sp.

A amostra de mel IT1, da cidade de Itabela, foi indicada como sendo de florada predominante de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae). Ela registrou o tipo polínico *Eucalyptus* 1 como pólen dominante (73,8%), sem pólen acessório. A amostra IT2, cuja florada predominante indicada pelo apicultor era aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae), não registrou pólen dominante, contudo, os tipos polínicos *Eucalyptus* 1 (31,4%), *Eucalyptus* 2 (22,2%) e *Mimosa pudica* (38,2%), figuraram como pólen acessório. Dentre os tipos polínicos categorizados como pólen isolado e com frequência superior a 10%, encontramos *Mimosa pudica* (10,8%), na IT1 (Tab. 2). As amostras foram categorizadas, respectivamente, IT1 como sendo mel monofloral de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e IT2 com florada predominante também de eucalipto (*Eucalyptus* sp.).

O mel de Porto Seguro, indicado pelo apicultor como sendo de florada predominante de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), não apresentou pólen dominante. Observamos três tipos polínicos classificados como pólen acessório *Eucalyptus* 1 (40,8%), *Eucalyptus* 2 (38,4%) e *Mimosa*

pudica (16%). Dois tipos polínicos foram identificados como pólen isolado, com frequência superior a 10%: *Brosimum* (12%) e Poaceae tipo (11%) (Tab. 2). Esta amostra registrou indicação palinológica de florada predominante de *Eucalyptus* spp.

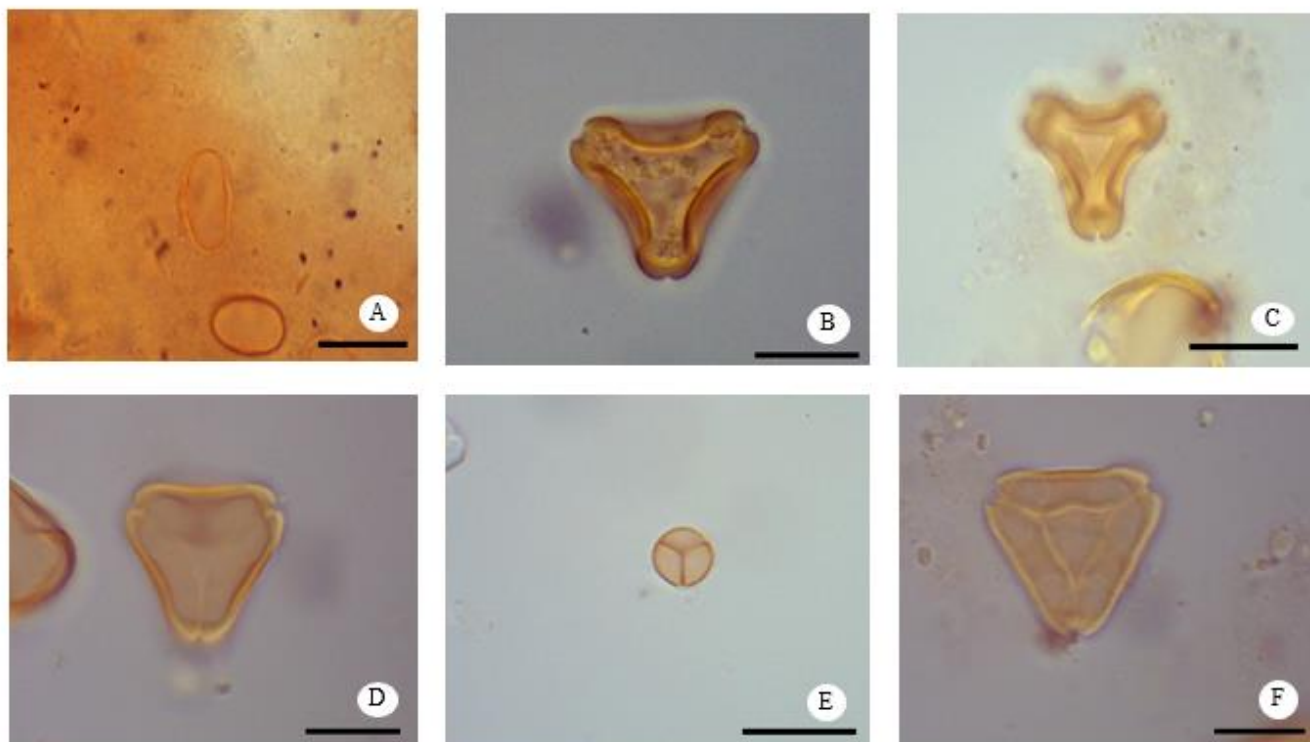


Fig. 2A-F - Tipos polínicos categorizados como pólen dominante e pólen acessório em amostras de méis da Costa do Descobrimento, Bahia, Brasil. A – *Cecropia* (Urticaceae), B e C - *Eucalyptus* 1 (Myrtaceae), D – *Eucalyptus* 2 (Myrtaceae), E – *Mimosa pudica* (Fabaceae), F – *Myrcia* 1 (Myrtaceae). Escala: 10µm.

Tabela 2. Espectro polínico dos tipos polínicos encontrados em amostras de méis com floradas predominantes de *Apis mellifera* L. procedentes de municípios da Costa do Descobrimento, Bahia, Brasil. Classes de ocorrência (Louveau et al. 1978). Segundo Valle et al. (2004), o mel é monofloral de *Eucalyptus*, desde que este tipo apresente-se em frequência acima de 70%.

Amostra	Florada predominante de acordo com apicultor	Pólen dominante (>45%)	Pólen acessório (16 – 45%)	Pólen isolado importante e ocasional (≤15%)	Florada predominante de acordo com análise palinológica
Belmonte	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., - Myrtaceae)	-	<i>Eucalyptus</i> 1 (33,6%) e <i>Myrcia</i> 2 (29,6%)	<i>Borreria verticillata</i> , <i>Cecropia</i> (14,8%), <i>Cuphea flava</i> , <i>Desmodium</i> , <i>Eucalyptus</i> 2, <i>Euterpe</i> , <i>M. pudica</i> , <i>M. caesalpiniifolia</i> , <i>Mikania</i> , <i>Myrcia</i> 1, <i>Simira</i> , <i>Richardia</i> , <i>Vernonia</i> .	<i>Eucalyptus</i> sp. e <i>Myrcia</i> sp.
Eunápolis	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., - Myrtaceae)	-	<i>Cecropia</i> (16,8%), <i>Eucalyptus</i> 1 (17%), <i>Eucalyptus</i> 2 (18,8%).	<i>B. Verticilata</i> , <i>Bougainvillea</i> , (13,6%), <i>Desmodium</i> , <i>Brosimum</i> , <i>Mikania</i> , <i>Myrcia</i> 1, <i>Piper</i> e <i>Vernonia</i> .	<i>Eucalyptus</i> spp.
Guaratinga 1	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., - Myrtaceae)	<i>Mimosa pudica</i> (86,6%)	-	<i>Attalea</i> , <i>Cecropia</i> , <i>Elae guineenses</i> , <i>Eucalyptus</i> 1, <i>Miconia</i> , <i>Myrcia</i> 1, Poaceae tipo, <i>Vernonia</i> .	Não teve florada predominante indicada pela palinologia
Guaratinga 2	Velame (<i>Croton</i> spp., Euphorbiaceae)	<i>Mimosa pudica</i> (50,0%)	<i>Eucalyptus</i> 1 (35,6%)	<i>Brosimum</i> (11,4%), <i>Cecropia</i> , <i>Elae guineenses</i> , <i>Myrcia</i> 1, <i>Vernonia</i> .	<i>Eucalyptus</i> sp.
Itabela 1	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., - Myrtaceae)	<i>Eucalyptus</i> 1 (73,8%)	-	<i>Acacia</i> , <i>B. Verticilata</i> , <i>Cordia</i> , <i>E. guineenses</i> , <i>Eucalyptus</i> 2, <i>Hyptis</i> , <i>M. pudica</i> (10,8%), <i>M. caesalpiniifolia</i> , <i>Mormodica</i> , <i>Myrcia</i> 1, Poaceae tipo, <i>Solanum</i> 1, <i>Vernonia</i> .	Mel predominante de <i>Eucalyptus</i> sp.
Itabela 2	Aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi, Anacardiaceae)	-	<i>Eucalyptus</i> 1 (31,4%), <i>Eucalyptus</i> 2 (22,2%) e <i>Mimosa pudica</i> (38,2%)	<i>B. Verticilata</i> , <i>M. caesalpiniifolia</i> , <i>Myrcia</i> sp.3, <i>Solanum</i> 1.	<i>Eucalyptus</i> spp.
Porto Seguro	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp., - Myrtaceae)	-	<i>Eucalyptus</i> 1 (40,8%) e <i>Eucalyptus</i> 2 (38,4%)	<i>B. Verticilata</i> , <i>Brosimum</i> (12%), <i>Cecropia</i> , <i>Mimosa pudica</i> , <i>Pilosocereus</i> , Poaceae tipo, <i>Senegalia</i> , <i>Solanum</i> 2, <i>Vernonia</i> .	Mel predominante de <i>Eucalyptus</i> spp.

DISCUSSÃO

Na análise polínica, além da separação os tipos de grãos de pólen observados nas amostras de mel em classes de frequência, é necessário avaliar e ponderar essas categorias, relacionando-as às propriedades e características florais das plantas que os produziram (Molan 1998, Barth et al. 2005). Observamos algumas divergências em relação às informações sobre florada predominante declarada pelos apicultores e a origem botânica indicada na pesquisa palinológica.

Os méis procedentes de Belmonte, Eunápolis e Porto Seguro, que têm florada indicada de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), não registraram pólen dominante afim a qualquer espécie vegetal, mas, apresentaram pólen acessório e isolado. Para Marchini et al. (2001), dentre as espécies botânicas fornecedoras de alimento para as abelhas, o eucalipto (*Eucalyptus* spp.) é considerado um dos melhores e mais abundantes e, no Brasil, a cultura dessa espécie é importante para a produção de celulose, madeira e energia. Vale ressaltar que as amostras aqui analisadas foram obtidas de municípios que abrigam plantios de eucalipto destinados à produção de celulose. A empresa de celulose mantém convênio de cooperação com associações de apicultores da região, disponibilizando locais (pastos apícolas) para que sejam instaladas colmeias visando à produção de mel (VERACEL 2019). Muitas destas áreas que no passado eram ocupadas pelo bioma da Mata Atlântica, em muitos casos está sendo cultivado em áreas de contato com os remanescentes de florestas (Cordeiro, 2003; Almeida & Teixeira, 2007; Landau et al., 2008).

A ocorrência de grãos de pólen de Myrtaceae, especialmente *Eucalyptus* spp., nas amostras de méis das abelhas *Apis mellifera* é bem documentada na literatura melissopalínológica brasileira. Por exemplo, Aires & Freitas (2001), no Ceará, Bastos et al. (2003), em Minas Gerais, e Borsato (2008), no Paraná, destacaram o potencial de espécies de eucalipto para contribuir substancialmente na composição de méis produzidos nesses estados e confirmaram o potencial nectarífero e polinífero dessa espécie exótica, cultivada em áreas de reflorestamento ao redor dos apiários. Por outro lado, Oliveira & Santos (2014) registraram que tipos polínicos afins a cultivos comerciais, como o eucalipto, apresentaram alta frequência nos méis do Extremo Sul da Bahia. O resultado do processo de substituição de vegetações naturais por áreas antropizadas gera uma paisagem fragmentada que pode resultar em redução drástica de populações, devido às elevadas taxas de mortalidade, efeito de borda, competição com espécies exóticas e invasoras, alterações nos processos de dispersão de sementes e recrutamento de plântulas (Tabarelli & Mantovani 1999). Neste caso, a extinção de algumas espécies da flora pode ser uma realidade.

Oliveira & Santos (2014) destacaram também o tipo polínico *Myrcia* sp. (Myrtaceae) como pólen acessório em outras regiões da Bahia. Resultado semelhante foi observado na nossa pesquisa para a região da Costa do Descobrimento, onde todas as amostras de méis analisadas registraram

grãos de pólen de mirtáceas. Em recente revisão sobre os tipos polínicos citados em estudos de melissopalínologia no Brasil, Souza et al. (2018) encontraram o tipo *Eucalyptus* (Myrtaceae) como o mais frequente, sendo citado em 77 dos textos inventariados seguindo por *Myrcia* (Myrtaceae), em 63.

Espécies da família Myrtaceae ocupam lugar de destaque na fruticultura brasileira, incluindo a Costa do Descobrimento do estado da Bahia (BAHIA 2015). Outras são frequentemente conhecidas por serem comuns em pomares domésticos (Lorenzi et al. 2006), como as espécies de *Psidium guajava* L. da “goiaba” e *Eugenia uniflora* L. da “pitanga”. Há ainda, aquelas que têm uso ornamental (*Eugenia sprengelii* DC.) da “murta” e (*Leptospermum scoparium* J.R.Forst; G.Forst.), da “érica” (Lorenzi & Matos 2008) e medicinal, (*Eucalyptus globulus* L.), o “eucalipto”, empregado no tratamento da gripe, congestão nasal e sinusite; e (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh), o “camu-camu” que apresenta alto teor de vitamina C (Cruz & Kaplan 2004). É uma das famílias botânicas apícolas mais importantes do Brasil, sendo citada em quase todos os estudos que envolvem a determinação das espécies vegetais de interesse para abelhas (Ressler et al. 2006). O pólen é o recurso primário pelo qual as abelhas, provavelmente o grupo mais importante de polinizadores de Myrtaceae, visitam as flores (Nic Lughadha & Proença 1996, Gressler et al. 2006). Contudo, alguns autores evidenciaram produção de néctar por Myrtaceae (Ramalho et al. 1990, Malerbo et al. 1991, Pirani & Cortopassi-Laurino 1993, Maués & Couturier 2002).

O tipo polínico associado a espécies do gênero *Cecropia* Loefl., reconhecidas como anemófilas (Berg & Rosselli 2005), foi identificado em trabalhos palinológicos com vários produtos apícolas, como pólen desidratado (Dórea et al. 2010), própolis (Avelino e Santos 2018) e mel (Moreti et al. 2000, Freitas 2001, Barth et al. 2005, Luz et al. 2007, Sodré et al. 2007, Silva & Santos 2014, Nascimento et al. 2015). O pólen anemófilo é produzido em grande quantidade e disperso pelo vento, e pode entrar, ocasionalmente, na composição do espectro polínico de méis e outros produtos apícolas. O tipo polínico *Cecropia* foi registrado como pólen dominante e acessório em amostras de méis do Litoral Sul da Bahia (Oliveira & Santos 2014) e, na região da Costa do Descobrimento do mesmo estado (MSF Bandeira e JS Novais, “dados não publicados”). Souza et al. (2018) registraram a presença do tipo polínico *Cecropia* em 63 estudos de melissopalínologia no Brasil.

Por fim, o tipo polínico afim à espécie *Mimosa pudica* L. (Fabaceae) ocorreu como pólen dominante (86,6%) na amostra GU1, da cidade de Guaratinga, cujo mel teve florada indicada predominante de velame (*Croton* spp., Euphorbiaceae). Além disso, foi registrado na amostra GU2 do mesmo município como pólen acessório, juntamente com o tipo polínico *Eucalyptus* 1, cujo mel teve florada indicada predominante de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae). *Mimosa pudica* L. (Fabaceae), planta invasora e geralmente colonizadora de áreas degradadas (Queiroz 2009), é registrado no espectro polínico de méis em diversos países (Ramirez-Arriaga et al. 2011, Dobre et al.

2013, Ponnuchamy et al. 2014), dentre eles o Brasil (Sodré et al. 2008, Silva 2009, Sekine 2011, Silva et al. 2012, Borsato et al. 2014, Jesus et al. 2014, Silva & Santos 2014). Contudo, *M. pudica* é uma espécie essencialmente polínifera (L. Lima, com. pessoal). Apesar disso, vale destacar que espécies da família botânica Fabaceae demonstram importante participação na constituição do mel no estado da Bahia (Oliveira et al. 2010, Oliveira & Santos 2014, Nascimento et al. 2015, MSF Bandeira e JS Novais “dados não publicados”), destacando-se pelo elevado potencial apícola, devido à ampla distribuição em diferentes regiões geográficas e à abundante oferta de pólen e néctar para as abelhas (Martins 1990, Carvalho & Marchini 1999, Carvalho et al. 2001, Lorenzon et al. 2003, Lima 2007, Santos et al. 2018).

Apesar de registrada a ausência no mel de grãos de pólen afins ao gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae), observamos espécies desse gênero na área de coleta das amostras e, além disso, os apicultores também mencionaram que as abelhas visitam tais plantas. Como os grãos de pólen desse gênero são geralmente de fácil distinção de outros grupos vegetais no espectro polínico, isso elimina a possibilidade de termos nos equivocado na identificação desse tipo nas amostras, ainda que não tenhamos a flora polínica da Costa do Descobrimento. Santos et al. (2018) destacaram 15 espécies de plantas prioritárias para a apicultura no Nordeste, dentre elas, inclui o gênero *Croton*, sinalizando que espécies desse grupo merecem tratamento diferenciado no momento do manejo e no reflorestamento das áreas nas quais a apicultura poderá ser um fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico. Sendo assim, estudos adicionais são necessários na Costa do Descobrimento para investigar a real contribuição do gênero *Croton* à atividade apícola.

Das sete amostras de méis analisadas, duas cuja indicação de florada predominante, respectivamente, de velame (*Croton* spp., Euphorbiaceae) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae), não registraram os tipos polínicos afins a tais espécies botânicas. Das cinco amostras indicadas como sendo de florada predominante eucalipto (*Eucalyptus* sp., Myrtaceae), uma não teve florada predominante indicada pela palinologia as demais apresentaram o tipo polínico *Eucalyptus* sp. como pólen dominante ou acessório. Vale destacar que as amostras de méis foram adquiridas de municípios que abrigam plantios de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae) destinados à produção de celulose. Além disso, a ação antrópica nas áreas de procedência dos méis está fortemente marcada pelos corredores de plantação e de desmatamentos na Costa do Descobrimento.

Trabalhos analisando palinologicamente méis monoflorais, como aqueles realizados por Horn (1997), Barth et al. (2005), Borsato (2008) e Borges et al. (2014), demonstram que há geralmente falta de correspondência entre a origem botânica informada pelo comércio/apicultor e a estabelecida cientificamente pela análise polínica. Em nossa pesquisa, as análises palinológicas confirmaram 57% da predominância dos tipos polínicos afins às espécies indicadas pelos apicultores para a origem botânica dos méis. Contudo, mais estudos são necessários para complementar as observações

realizadas, principalmente nesta região do estado da Bahia, que tem contribuído para o bom desempenho estadual na produção apícola (IBGE 2016), ao passo que tem tido parte expressiva da flora nativa dizimada, incluindo muitas espécies com potencial apícola, sem que tenham sido caracterizadas botânica e palinologicamente. Nesse sentido, é necessário conhecer a diversidade vegetal da Mata Atlântica do extremo sul Baiano e desenvolver estudos melissopalínológicos essenciais para a identificação exata das fontes botânicas dos produtos apícolas aí produzidos, o que tem potencial para agregar valor aos mesmos.

Por fim, sintetizamos que a análise palinológica de méis de *Apis mellifera* com indicação de florada predominante da Costa do Descobrimento da Bahia registrou os tipos polínicos predominantes *Eucalyptus* spp. e *Myrcia* sp. As famílias botânicas Fabaceae e Myrtaceae foram as mais ricas em número de tipos polínicos. Das sete amostras de méis analisadas, duas cuja indicação de florada predominante eram velame e aroeira, não apresentaram tipos polínicos afins a tais espécies botânicas. Uma amostra não teve florada predominante pela palinologia e as demais amostras registraram o tipo polínico afim a espécie botânica eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae), como pólen dominante ou acessório. É importante ressaltar que muitos dos tipos polínicos estão relacionados a espécies cultivadas ou de ampla distribuição geográfica, sendo também comumente encontradas em áreas antropizadas. Os resultados mostram que em 57% dos méis comercializados na região da Costa do Descobrimento como tendo florada predominante indicam corretamente tal origem botânica. A identificação palinológica e a contagem dos grãos representam um auxílio necessário para confirmar qual táxon botânico possivelmente contribuiu para compor determinado produto apícola, caracterizando-o como sendo de determinada florada predominante. A ação antrópica nas áreas de procedência dos méis está fortemente marcada pelos corredores de plantação e de desmatamentos na Costa do Descobrimento, além de muitos dos tipos polínicos encontrados nas amostras do nosso estudo representarem espécies vegetais cultivadas, amplamente distribuídas e/ou de área antrópica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESB pela concessão da bolsa de estudo (BOL2041/2017) à primeira autora e pelo apoio financeiro para execução do projeto (APP011/2016). Aos apicultores que cederam as amostras de méis. À UFSB e ao IFBA por ofertarem uma pós-graduação no Extremo Sul da Bahia. Aos coordenadores do LAMIV – UEFS, pelo acesso ao laboratório e ao Dr. P. P. Oliveira, pelo treinamento metodológico.

REFERÊNCIAS

- Aires ERB, Freitas BM. 2001. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do estado do Ceará. *Ciência Agrônômica* 32(1/2): 22-27.
- Almeida-Muradian LB, Souza RJ, Barth OM, Gallmann P. 2014. Preliminary data on Brazilian monofloral honey from the northeast region using FT-IR ATR spectroscopic, palynological, and color analysis. *Química Nova* 37: 716–719.
- Andrade PB, Amaral MT, Isabel P, Carvalho JCMF, Scabra R, Cunha AP. 1999. Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese Heather honeys. *Food Chem. Amsterdam* 66: 503-510.
- Avelino LO, Santos FAR. 2018. The presence of Fabaceae in the pollen profile of propolis produced in northeastern Brazil. *Acta Bot. Bras.* 32(4): 602-614.
- Bahia. Governo do Estado da Bahia. 2015. Território de Identidade Costa do Descobrimento Perfil Sintético 2015. <http://www.sdr.ba.gov.br/arquivos/File/PerfilCostadoDescobrimento.pdf>. 01 nov. 2018.
- Barth OM. 1990. Pollen in monofloral honeys from Brazil. *Journal of Apicultural Research* 29: 89-94.
- Barth OM. 2005. Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. *Mensagem Doce*. <https://www.apacame.org.br/mensagemdoce/81/artigo.htm>. 22 nov. 2018.
- Bastos EMAF, Silveira EM, Soares AEE. 2003. Espectro polínico do mel produzido em áreas de cerrado do Estado de Minas Gerais (Brasil). *Brazilian Journal Biology* 63(4): 599-615.
- Belay A, Haki, GD, Birringer M, Irringer D, Borck H, Addi A, Baye K, Melaku S. 2017. Rheology and botanical origin of Ethiopian monofloral honey, *Food Science and Technology* 75: 393-401.
- Berg CC, Rosselli PF. 2005. *Cecropia*. *Flora Neotropica*. Monograph 94. The New York Botanical Garden
- Borges RLB, Lima LCL, Oliveira PP, Silva FHM, Novais JS, Dórea MC, Santos FAR. 2006. O pólen no mel do semi-árido brasileiro. Em: Santos FAR. (ed.). *Apium Plantae*. Série IMSEAR. Recife, Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 103- 118.
- Borges RLB, Jesus MC, Camargo RCR, Santos FAR. 2014. Pollen content of marmeleiro (*Croton* spp., Euphorbiaceae) honey from Piauí State, Brazil, *Palynology* 38(2): 179-194.
- Borsato DM. 2008. Avaliação de méis com indicação monofloral, comercializados na região dos Campos Gerais – PR. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.
- Borsato DM, Prudente AS, Il-Boscardin PM, Borsato AV, Luz CFL, Maia BHLN, Cabrini DA, Otuki MF, Miguel MD, Farago PV, Miguel OG et al. 2014. Topical Anti-inflammatory activity of a monofloral honey of *Mimosa scabrella* provided by *Melipona marginata* during winter in southern Brazil. *Journal of Medicinal Food* 17(7): 817-825.
- Campanilli M, Bertoldo W. 2010. Mata atlântica: manual de adequação ambiental. Série Biodiversidade. Brasília, Schaffer.
- Cano CB. 2002. Caracterização dos méis monoflorais de Eucalipto e Laranja do estado de São Paulo pela análise polínica e físico-química. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil.

- Carvalho CAL, Marchini LC. 1999. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2): 333-338.
- Carvalho CAL, Moreti ACCC, Marchini LC, Alves RMO, Oliveira PCF. 2001. Pollen spectrum of samples of urucu bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) honey. *Revista Brasileira de Biologia* 61(1): 63-67.
- Ciappini M, Vitelleschi M, Calviño A. 2016. Chemometrics Classification of Argentine Clover and Eucalyptus Honeys According to Palynological, Physicochemical, and Sensory Properties. *International Journal of Food Properties* 19: 111–123.
- Coelho MM, Amorim AM. 2015. Composição florística da Floresta Montanesa no eixo Almadina-Barro Preto, sul da Bahia, Brasil. *Biota Neotrop.* 14(1).
- Correia FCS, Francisco RS, Peruquetti RC. 2017. Palinologia e a interação planta-abelha: revisão de literatura. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama* 20(4): 247-251.
- Cruz AVM, Kaplan MAC. 2004. Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil. *Floresta e Ambiente.* 11(1): 47-52.
- Dobre I, Petru, A, Escuredo O, Seijo CM. 2013. Palynological evaluation of selected honeys from Romania, Grana. 52(2):113-121.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR. 2010. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. *Oecol Austr.* 14(01): 232–237.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 561-564.
- Erdtman G. 1969. *Handbook of Palinology*. Hafner, New York.
- Ferreira MG, Absy ML. 2013. Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. *Acta Bot. Bras.* 27(4): 709-713.
- Forzza RC, Baumgratz JFA, Bicudo CEM, Canhos DAL, Carvalho JR., Um A., Coelho NMA, Costa AF, Costa DP, Hopkins MG, Leitman PM, Lohmann LG, Lughadha EN, Maia LC, et al. 2012. Nova lista florística brasileira destaca os desafios da conservação. *Bioscience* 62(1): 39-45.
- Freitas BM. 1991. Potencial da caatinga para a produção de pólen e nectar para a exploração apícola. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Brasil.
- Freitas BM. 2001. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do Ceará. *Ciência Agronômica* 32: 22-29.
- Fundação SOS Mata Atlântica (BR). 2017. Relatório Anual de Atividades 2017. https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2018/10/AF_RA_SOSMA_2017_web.pdf. 09 jan. 2019.
- Giulietti AM, Queiroz LP, Silva TRS, França F, Guedes ML, Amorim AM. 2006. Flora da Bahia. *Sitientibus, série Ciências Biológicas* 6(3): 169-173

- Gressler E, Pizoi MA, Morellato PC. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 29(4): 509-530.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Harper, D.A.T. (ed.). 1999. *Numerical Palaeobiology*. John Wiley & Sons.
- Horn H. 1997. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. *Mensagem Doce* 40: 10-16.
- Jesus MC, Borges RB, Almeida SB, Brandão HN, Santos FAR. 2014. A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. *Palynology* 39: 110–124.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). 2016. Produção da Pecuária Municipal. 2016. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf. 05 mar. 2019.
- Kadri SM, Zaluski R, Lima GPP, Mazzafera P, Orsi RO. 2016. Characterization of *Coffea arabica* monofloral honey from Espírito Santo, *Food Chemistry* 203: 252–257.
- Jones GD, Bryant Jr VM. 1996. *Melissopalynology*. In Jansonius J, McGregor DC. *Palynology: principles and applications*. Dallas (USA): American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Lima LCL. 2007. Espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae) do semi-árido nordestino: palinologia, fenologia, biologia floral e potencial apícola. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil.
- Lorenzi H, Bacher LB, Lacerda M, Sartori S. 2006. *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)*. Nova Odessa, Editora Plantarum.
- Lorenzi H, Matos FJA. 2008. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa, Editora Plantarum. 544 p.
- Lorente FL, Buso Jr AA, Oliveira PE, Pessenda LCR. 2017. *Atlas palinológico: Laboratório ¹⁴C - Cena/USP*. Piracicaba, FEALQ.
- Lorezon MCA, Atragnolo CAR, Schoederer JH. 2003. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na serra da Capivara, em catinga do Sul do Piauí. *Neotropical Entomology* 32(1): 27-36.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59(4): 139-157.
- Luz CFP, Thomé ML, Barth OM. 2007. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região do Morro Azul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. *Rev Bras Bot.* 30: 29– 36.
- Malerbo DTS, Toledo VAA, Couto RHN. 1991. Polinização entomofila em jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). *Ciência Zootécnica - Jaboticabal* 6: 3-5.
- Makhloufi C, Kerkvliet J, Schweitzer P. 2015. Characterisation of some monofloral Algerian honeys by pollen analysis, *Grana* 54(2): 156-166.

- Marchini LC, Moreti ACC, Teixeira EW, Silva ECA, Rodrigues RR, Souza VC. 2001. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. *Scientia Agricola* 58(2): 413-420.
- Martins CF. 1990. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera - Apoidea) na Caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Maués MM, Couturier G. 2002. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 441-448.
- Melo RJP. 2016. Estudo de méis monoflorais incluindo casos particulares: méis de Alfarroba, Medronheiro, Poejo e Tomilho. Dissertação Mestrado, Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal.
- Moar NT. 1985. Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28: 39-70.
- Molan P. 1998. The limitations of the methods of identifying the floral source of honey. *Bee World* 79(2): 59-68.
- Moreti ACC, Carvalho CAL, Marchini LC, Oliveira PCF. 2000. Espectro Polínico de Amostras de Mel de *Apis mellifera* L., coletadas na Bahia. *Campinas: Bragantia* 59(1): 1-6.
- Mori AS, Boom BM, Carvalho AM, Santos TS. 1983. Southern Bahian Moist Forests. *The Botanical Review* 49(2): 155-232.
- Nascimento AS, Carvalho CAL, Sodré GS. 2015. The pollen spectrum of *Apis mellifera* honey from Reconcavo of Bahia, Brazil. *JSRR* 6(6): 426–438.
- Nic Lughadha EM, Proença C. 1996. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 480-503.
- Oliveira PP, van den Berg C, Santos FAR. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana*. 49(1): 66–75.
- Oliveira PP, Santos FAR. 2014. Prospecção Palinológica em Méis da Bahia. Feira de Santana, PrintMídia.
- Pirani JR, Cortopassi-Laurino M. 1993. Flores e abelhas em São Paulo. São Paulo, Edusp/Fapesp.
- Ponnuchamy R, Bonhomme V, Prasad S, Das Lipi, Patel P, Gaucherel C, Pragasan A, Anupama K. 2014. Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. *PLoS ONE* 9(7).
- Queiroz LP. 2009. Leguminosas da Caatinga. Feira de Santana, Royal Botanic Gardens.
- Ramalho OM, Kleinert G. 1985. Some aspect oh the utilization of pollen analysis in ecological research. *Apidologie, Bucarest* 17(2): 159-174.
- Ramalho M, Kleinert-Giovanninni A, Imperatriz Fonseca VL. 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie* 21: 469-488.

- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo LA, Díaz-Carbaja E. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana* 50: 40–54.
- Ressler E, Pizo MA, Morellato LPC. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 29(4): 509-530.
- Ricciardelli D'Albore G. 1997. Textbook of melissopalynology. Bucharest: Apimondia Publ. H.
- Rocha JMJS. 2014. Caracterização polínica do mel do concelho de Penafiel. Dissertação Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal.
- Roubik DW, Moreno JE. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado. New York: Missouri Botanical Garden.
- Sanches AC, Lupo LC. 2017. Pollen analysis of honeys from the northwest of Argentina: Province of Jujuy. *Grana* 56: 462-74.
- Santos FAR, Oliveira JM, Oliveira PP, Leite KRB, Carneiro CE. 2006. Plantas do semi-árido importantes para as abelhas. In Santos FAR (Ed.), *Apium Plantae*, IMSEAR. p. 61–86.
- Santos FAR, Kiill LHP, Carneiro-Torres DS, Lima LCL, Silva TMS, Novais JS, Dórea MC, Carneiro CE, Correia MCN. 2018. Espécies melíferas. Em: Coradin L, Camilo J, Pareyn FGC. (Org.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial? Plantas para o futuro? Região nordeste*. Brasília, MMA. p. 969-1010.
- Seijo MC, Aira MJ, Iglesias I, Jato MV. 2015. Palynological characterization of honey from La Coruña province (NW Spain), *Journal of Apicultural Research* 31(3-4): 149-155.
- Sekine EES. 2011. Flora apícola, caracterização físico-química e polínica de amostras de mel de *Apis mellifera* L., 1758 em apiários nos municípios de Uiratã e Nova Aurora (PR). Tese doutorado, Universidade Estadual do Maringá, Brasil.
- Silva, ERG. 2009. Origem botânica do mel de *Apis mellifera* L. em Cáceres, MT. Dissertação mestrado, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.
- Silva APC, Lima AS, Santos FAR. 2012. Botanical biodiversity in honey samples from the semiarid region of Sergipe state, Brazil. *Magistra* 24: 158–171.
- Silva APC, Santos FAR. 2014. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana* 53(2): 59-170.
- Silva FHM, Santos FAR, Lima LCL. 2016. Flora Polínica das Caatingas: Estação Biológica de Canudos (Canudos, Bahia, Brasil). Feira de Santana, Micron.
- Sniiderman JMK, Matle KA, Haberlesg CG, Cantrill DJ. 2018. Pollen analysis of Australian honey. *PLoS ONE* 13(5).
- Sodré GS, Marchini LC, Carvalho CAL, Moreti ACCC. 2007. Análise de pólen em amostras de méis das duas principais regiões produtoras do nordeste brasileiro. *Um Acad Bras Ciênc.* 79(3): 381-388.
- Sodré GS, Marchini LC, Moreti ACCC, Carvalho CAL. 2008. Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. *Cienc Rural* 38(3): 839–842.

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

Tabarelli M, Mantovani W. 1999. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma floresta atlântica Montana. *Revista Brasileira de Biologia* 39:251-261.

Valle A, Andrada A, Aramayo E, Gil M, Lamberto S. 2004. Characterization of honeys from west and south Buenos Aires Province, Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2(4): 524-530.

Vianna MR, Da Luz CFP, Kleinert AMP. 2014. Interaction networks in a Brazilian cerrado: what changes when you add palynological information to floral visitor data? *Apidologie* 45(4): 418-430.

Von Der Ohe W, Persano-Oddo L, Piana ML. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie* 35: 18-25.

Veracel. 2019. Investimento social. <http://www.veracel.com.br/investimento-social/>. 23 fev. 2019.

CONCLUSÃO GERAL

Os méis da Costa do Descobrimento revelaram, por meio da análise polínica, uma variabilidade de espécies vegetais potencialmente visitadas pelas abelhas *Apis mellifera* na busca por recursos florais. Quatro tipos polínicos dominantes foram registrados: *Brosimum*, *Cecropia*, *Eucalyptus* 1 e *Mimosa pudica*. Vale ressaltar que destes tipos polínicos apenas *Eucalyptus* sp. é conhecidamente fornecedor de néctar, segundo a literatura. O tipo polínico *Cecropia* figurou em amostras de todos os municípios da região e *Eucalyptus* 1 mostrou alta representatividade, o que se deve à presença da silvicultura para a produção de celulose. Apesar de não termos identificado tipos polínicos relacionados a espécies vegetais endêmicas da Costa do Descobrimento, alguns, como aqueles afins aos gêneros *Brosimum*, *Cecropia* e *Euterpe*, ajudam na caracterização do espectro polínico desta área do estado da Bahia, pois estão associados a espécies típicas de matas e possuem representantes na vegetação da Mata Atlântica. Outros tipos polínicos encontrados nas amostras de mel representam espécies vegetais cultivadas, amplamente distribuídas e/ou de área antrópica. Em relação a análise de componentes principais, a formação dos grupos se deu principalmente, pela abundância de tipos polínicos dominantes e acessórios presentes em cada amostra dos municípios.

A análise palinológica de méis com indicação de florada predominante da Costa do Descobrimento da Bahia registrou os tipos polínicos predominantes: *Eucalyptus* spp, *Myrcia* sp. e *Vernonia*. Duas amostras de méis analisadas cuja indicação de florada predominante eram velame (*Croton* L. ssp., Euphorbiaceae) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) não apresentaram tipos polínicos afins a tais espécies botânicas. Das cinco amostras indicadas como sendo de florada predominante eucalipto (*Eucalyptus* sp., Myrtaceae), uma não teve florada predominante indicada pela palinologia e as demais apresentaram-no como pólen dominante ou pólen acessório. Apesar de algumas amostras de méis indicados como de floradas predominantes não refletirem corretamente tais origens botânicas, em 57% do material analisado, tipos polínicos afins àquelas espécies indicadas como predominantes figuraram no espectro polínico na Costa do Descobrimento.