



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera*
L. produzidas no estado de Sergipe, Brasil**

Ana Paula Conceição Silva

Feira de Santana – 2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera*
L. produzidas no estado de Sergipe, Brasil**

Ana Paula Conceição Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de *Mestre em Botânica*.

Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana
Orientador e Presidente da Banca

**Feira de Santana – BA
2012**

Ficha catalográfica: Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Silva, Ana Paula Conceição

S578a Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado de Sergipe, Brasil / Ana Paula Conceição Silva. – Feira de Santana - BA, 2012.

71 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

Dissertação (Mestrado em Botânica)– Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 2012.

*Ao amor de meus pais, Zildgar e Rita
Ao companheirismo do meu irmão Zildgar
À lealdade e carinho de minha “irmã” Patrícia*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a *DEUS* pela presença e proteção constantes em minha vida, por me guiar e permitir a conquista de mais um objetivo e por ter colocado nessa caminhada pessoas maravilhosas que muito colaboraram para a realização desse trabalho.

Ao *Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos*, por ter me apresentado à palinologia e por sua competente orientação, incentivo, oportunidade e, acima de tudo, pelo exemplo de profissionalismo demonstrado diariamente.

Ao *Dr. Paulino Pereira Oliveira*, o meu “parceiro”, que com seus “métodos pedagógicos” auxiliou e contribuiu imensamente na realização de todas as etapas desse trabalho. Obrigada pela disponibilidade e ajuda de sempre e por nos passar um pouco dos seus valiosos conhecimentos palinológicos.

À *Profa. Dra. Cláudia Elena Carneiro*, por me orientar nos primeiros passos da vida científica e pela amizade e companheirismo construídas ao longo desses anos em que, mesmo distante, sempre esteve por perto.

À *Universidade Estadual de Feira de Santana* e ao *Programa de Pós Graduação em Botânica (PPGBot)* pela oportunidade de realização do curso.

Aos *Professores do PPGBot* pelas valiosas contribuições no desenvolvimento da minha formação acadêmica e às secretárias *Adriana Estrela* e *Gardênia Aires* pelo apoio e constante presteza.

Ao *Sebrae/SE*, na pessoa de *Marianita Mendonça*, pelo intermédio no contato com os apicultores e disponibilidade na busca das amostras de mel.

Ao *Laboratório de Pesquisa em Alimentos do Instituto de Tecnologia e Pesquisa da Universidade Tiradentes* e ao *Prof. Dr. Álvaro Silva Lima* pela doação de algumas das amostras de mel analisadas.

Aos apicultores do estado de Sergipe que colaboraram com o nosso trabalho, cedendo gentilmente amostras, em especial a *Aragão, Anailton e Camilo*.

Às pessoas que auxiliaram na busca das amostras de mel: *André Salazar, Flávia Salazar, Genilde Alves* e *Oman Menezes*.

Agradeço imensamente a *Rodolfo Alves*, inicialmente apenas o meu portador, mas se tornou o mais fiel colaborador em sua busca incessante pelas amostras, além de se tornar um ótimo amigo e companheiro de trabalho.

Aos amigos e companheiros do LAMIV pelo privilégio do convívio, por todo apoio concedido nessa caminhada e pela troca de conhecimentos tão enriquecedores no crescimento profissional: *Marcos Doréa, Ricardo Landim, Luciene Lima, Marileide Saba, Rita Araújo, Hilder Magalhães, Jailson Novais, Teresa Cristina Rebouças, Rodolfo Alves, Joseane Carneiro, Marcel Carvalho, Thiago Lucas, André Queiroz, Luiz Antonio Junior, Nayade Raihanne Lima e Thais Valerio.*

À *Vanessa Matos*, companheira de mestrado, que viveu comigo todas as etapas dessa formação acadêmica. Agradeço pela disponibilidade e ajuda de sempre, em especial na confecção dos mapas e edição das fotos polínicas.

A *Paulo Peixoto e Leonardo Macêdo* pelo auxílio nas análises estatísticas.

À *Prof. Dra. Vania Gonçalves Esteves* pelo auxílio na identificação dos tipos polínicos de Asteraceae.

Aos amigos do PPGBot pela convívio acadêmico e companhia agradável nos momentos de diversão: *Ana Luiza Côrtes, Christian Silva, Gabriela Almeida, Gabriela Barros, Grênivel Costa, Jorge Grilo, Karena Mendes, Karoline Coitinho, Loise Costa, Luciano Pataro, Marlon Machado, Matheus Nogueira, Paulo Ricardo Almeida, Pétala Ribeiro, Tarciso Maia* e também a *Maria Nazaré e Carolina Lima.*

Aos amigos do LORMA pela convivência durante esses anos e pela oportunidade de participar de momentos harmoniosos em que gentilmente fui acolhida.

Aos ótimos amigos *Aline Quaresma, Fabio Espírito Santo, Macielle Macedo e Priscila Barreto.* A amizade que foi abençoada por Jorge e que nos rende momentos incríveis de felicidade. “Aqui eu deixo escrito que vocês são ótimos!” Agradeço ao companheirismo e a presença constante de cada um em minha vida.

A *Fabio Espírito Santo*, pela linda amizade construída ao longo desses anos, pelas doses diárias de carinho e atenção, pelo companheirismo, por participar de cada etapa desse trabalho e sempre estar presente em minha vida.

À *Priscila Barreto* pela rica amizade que nos rende momentos de suprema felicidade e por dividirmos todas as etapas da trajetória desse trabalho.

À *Eloína Matos* a qual tenho a honra de poder conviver. Agradeço pela amizade, pelo aprendizado constante e por cada momento vivido contigo.

Aos amigos biólogos – mestres e mestrandos – do “extra-bem” por caminharmos sempre juntos e por vocês tornarem os meus dias mais felizes: *Alan Cerqueira, Brenna*

Mota, Leonardo Macêdo, Mariângela Almeida, Marina Lordelo, Thais Galvão e Thiago Alencar; inclui também Celso Sant'Anna e Gabriel Albuquerque.

Aos amigos do Grupo Princesa do Sertão, “*A grande família GPS*” – que sempre estiveram comigo e me proporcionaram grandes momentos de alegria. Deixo aqui registrado a felicidade de ter essa família escolhida em minha vida e alegria de ver *Enzo Matheus* e *Yuri Salazar* conosco.

Por fim, e não menos importante, agradeço a toda a minha *família*, por torcer e acompanhar todas as etapas de minha formação e entender os meus momentos de ausência.

Aos meus pais, *Zildgar* e *Rita*, pelo apoio e incentivo incondicionais durante toda a minha vida acadêmica. Agradeço pelo “aconchego do Lar” que me dá equilíbrio e segurança para enfrentar a vida.

Ao meu irmão *Zildgar Silva* e a minha cunhada *Patrícia Silva*, por serem meus fiéis companheiros, vivendo juntos grandes momentos de alegria. Agradeço pela amizade, lealdade e amor.

À *Cleobula Campos* (Tia Cléo) e *Nilza Soares* pelo incentivo e presenças constantes durante toda a minha formação acadêmica.

Deixo aqui os agradecimentos contidos nas entrelinhas que fizeram parte do desenvolvimento de todo esse trabalho. Agradeço a cada um com o qual eu tive ótima inspiração para realizar um bom trabalho, para os quais liguei em momentos que não tinha inspiração e os mesmos que deixei de falar em momentos do ápice do trabalho. A valiosa “hora do café” do LAMIV que nos rende boas risadas, trocas de experiências e repõe as energias para voltar aos afazeres. As inúmeras mensagens trocadas com os amigos e companheiros de mestrado dividindo as angústias e as alegrias diárias, as quais me fizeram companhia na solidão do quarto em meio aos artigos científicos. Aos emails e encontros extra felizes com amigos que dividem a escolha de ser biólogo. As reuniões gastronômicas que, por contradição, foram unidas pelo espírito aventureiro. Aos momentos familiares, especialmente a união de um casal especial, na qual tive a incumbência e orgulho de ser madrinha e está aqui o motivo de minha ausência em alguns momentos. Ao Samba, que tanto me trouxe momentos de distração ... e a tantas outras coisas que também são os resultados desse trabalho. A alegria que faz parte de mim representa todos esses momentos vividos. A todos os responsáveis: Muito Obrigada!

“Mas deixe seu rastro pólen, flor pra eu poder seguir”

Bela Flor, Maria Gadú

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO 1

CAPÍTULO 1. Caracterização polínica dos méis de *Apis mellifera* L. produzidos no estado de Sergipe, Brasil 6

 Resumo 8

 Abstract 9

 Introdução 10

 Material e Métodos 12

 Resultados 15

 Discussão 29

 Conclusão 35

 Referências 37

CAPÍTULO 2. Botanical biodiversity in honey samples from the semiarid region of Sergipe state, Brazil 41

 Resumo 43

 Abstract 44

 Introduction 45

 Materials and Methods 47

 Results 50

 Discussion 59

 Conclusions 64

 References 66

CONSIDERAÇÕES FINAIS 70

RESUMO

RESUMO

No presente trabalho foi realizado um estudo palinológico dos méis produzidos no estado de Sergipe, a fim de traçar um perfil botânico e geográfico desse mel. A análise melissopalínológica foi realizada com amostras de 22 municípios provenientes de produtores e cooperativas do mel. A metodologia empregada no tratamento das amostras de mel foi a usual em melissopalínologia com o aplicação da acetólise. Os grãos de pólen foram identificados, sempre que possível, com o auxílio da literatura especializada e por comparação com o laminário de referência da Palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (LAMIV-UEFS). Para obtenção da classe de frequência de cada tipo polínico, foram contados 500 grãos por amostra. Esporos de *Lycopodium clavatum* foram inseridos para a obtenção da concentração polínica dos méis. O resultado da pesquisa é apresentado em dois capítulos. No primeiro, foi realizada uma caracterização polínica dos méis de *Apis mellifera* L. produzidos em Sergipe, sendo analisadas 22 amostras de municípios diferentes, provenientes dos oito territórios que compõem o Estado. Foram identificados 90 tipos polínicos, distribuídos em 28 famílias. A família com maior diversidade de tipos foi Fabaceae, com 29 tipos, seguida de Asteraceae (8), Rubiaceae (7), Anacardiaceae e Malvaceae (4 cada), Euphorbiaceae e Myrtaceae (3 cada). O gênero *Mimosa* apresentou uma grande representatividade no espectro polínico, com 14 tipos polínicos, sendo encontrados em todos os municípios amostrados. Quanto à concentração polínica absoluta, os méis analisados destacaram-se por uma baixa concentração, sendo 23,8% das amostras enquadrado na categoria I (<20.000 grãos de pólen em 10g de mel) e 61,9% na categoria II (20.000-100.000). No segundo capítulo, foi realizado um estudo focal no território do Alto Sertão Sergipano, região do semiárido, na qual foram analisadas 20 amostras, provenientes de cinco municípios. Foram reconhecidos 72 tipos polínicos, pertencentes a 26 famílias. A família mais diversa em tipos polínicos foi Fabaceae, com 23 tipos, seguida de Asteraceae (10), Rubiaceae (7) e Euforbiaceae (4). Destacou-se a participação de tipos polínicos relacionados ao gênero *Mimosa* (Fabaceae) na composição do mel da região. Foi evidenciada uma baixa concentração de grãos de pólen nas amostras analisadas com 68,4% enquadrados na categoria I e 26,3% na categoria II. A riqueza de tipos polínicos encontrada nas amostras de méis oriundas de Sergipe demonstra a diversidade de recursos utilizados por *Apis mellifera* na região e aponta o grande potencial para a produção do mel orgânico no Estado.

Palavras-chave: Apicultura, melissopalínologia, flora apícola, tipos polínicos, *Mimosa*

ABSTRACT

ABSTRACT

In this work it was conducted a palynological investigation of honey produced in the state of Sergipe, with the objective of delineating a botanical and geographical profile of the honey. The melissopalynological analyses were made using samples from 22 municipalities in the State, coming from honey producers and cooperatives. The methodology employed in the preparation of the honey samples was the usual in melissopalynology with the use of acetolysis. Whenever possible, the pollen grains were identified with the aid of specialized literature and by comparison with the reference pollen collection of the Plant Micromorphology Laboratory (LAMIV-UEFS). A total of 500 pollen grains were counted from each sample in order to obtain the frequency class of each pollen type. *Lycopodium clavatum* spores were included to obtain the pollen concentration of the honey samples. The results of the research are presented in two chapters. The first chapter presents a palynological characterization of the *Apis mellifera* L. honey samples produced in Sergipe, with 22 samples analyzed from different municipalities originating in the eight territories that compose the state. A total of 90 pollen types were identified, which were distributed in 28 plant families. The family with highest diversity of pollen types was Fabaceae with 29 types, followed by Asteraceae (8), Rubiaceae (7), Anacardiaceae and Malvaceae (4 each), and Euphorbiaceae and Myrtaceae (3 each). Pollen types from the genus *Mimosa* displayed high representativity in the pollen spectrum of the state, with 14 pollen types, being found at all municipalities sampled. Regarding the absolute pollen concentration, the honey samples analyzed displayed a remarkable a low concentration, with 23.8% of the samples placed in category I (<20,000 pollen grain in 10g of honey) and 61.9% of the samples places in category II (20,000-100,000). The second chapter presents the results of a study focused at the Alto Sertão Sergipano territory, in the semiarid region of the state, from which a total of 20 honey samples from five municipalities were analyzed. A total of 72 pollen types belonging to 26 families were detected in the honey samples analyzed. The most diverse family in number of pollen types was Fabaceae with 23 types, followed by Asteraceae (10), Rubiaceae (7) and Euforbiaceae (4). The participation of pollen types related to the genus *Mimosa* (Fabaceae) was prominent in the composition of the honey in the region investigated. A low concentration of pollen grains was evident in the honey samples analyzed, with 68.4% placed in category I and 26.3% in category II. The richness of pollen types found in the honey samples from

the state of Sergipe makes evident the diversity of floral resources employed by *Apis mellifera* in the region and high potential for the production of honey organic of the State.

Keywords: Apiculture, melissopalynology, apicultural flora, pollen types, *Mimosa*

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente uma importante participação no cenário da apicultura mundial devido, entre outros fatores, a grande diversidade de suas floradas naturais e silvestres originadas a partir da flora nativa, sem riscos de contaminação pelo uso de produtos químicos. Isso dá ao país uma grande vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes diretos, em razão do elevado potencial de produção de mel orgânico (Perosa et al., 2004; Paula, 2008).

O país reúne uma série de características físicas que o habilitam para ter uma posição de destaque na produção do mel, como a grande extensão territorial, a flora ampla e diversificada e o clima tropical favorável (Perosa et al., 2004; Pittella, 2009). Todas essas riquezas permitem o Brasil produzir mel o ano todo, um mel rico em sabor, aroma e cores diferenciadas, traduzindo em produto único e diferente de qualquer outra região (Silva, 2010).

No entanto, a produtividade brasileira por colméia/ano é ainda muito pequena quando comparada com a média internacional. O país ainda está aquém da sua capacidade de suporte na produção apícola e, quando reunidas as condições para esse fim, certamente ocupará primeiras posições no ranking dos produtores mundiais de mel (Silva, 2010).

Apesar do potencial apícola do Brasil ainda ser pouco explorado, a apicultura brasileira encontra-se em fase de ascensão. Essa prática finalmente firmou-se como atividade agropecuária no nordeste do Brasil (Freitas & Silva, 2006; Paula, 2008). A diversidade de floradas e de microclimas, aliados às vastas extensões ainda inexploradas e isentas de atividade agropecuária tecnicizada fazem do semiárido a área de maior potencial para a produção de mel orgânico, tão procurado e valorizado no mercado internacional (Carvalho, 2005).

O Nordeste brasileiro apresenta um acentuado crescimento na produção de mel do Brasil, tendo destaque os estados de Piauí, Ceará, Bahia (Perosa et al., 2004; Brasil, 2006; Paula, 2008). A flora da região se expressa no mel pela presença dos grãos de pólen muito diversificados. Essa riqueza de tipos polínicos encontrada nos méis revela a variabilidade de pasto apícola na região, caracterizado pela flora nativa utilizada pelas abelhas na elaboração de seus produtos, sendo muitas das espécies endêmicas, o que lhes conferem potencial de boas marcadoras geográficas (Santos et al., 2005; Borges et al., 2006).

Sergipe é o nono colocado no ranking entre os estados produtores de mel do Nordeste, tendo apresentado um crescimento sustentado nos anos de 2002-2006 com um aumento de 31,2%, passando de 55.960 quilos em 2002 para 73.462 quilos em 2006 (Sergipe, 2008). A região do Sertão Sergipano é a maior produtora de mel do Estado, concentrando mais de 67% da capacidade produtiva de mel natural de Sergipe (Silva, 2010).

Na apicultura, a produtividade está intimamente ligada às condições do pasto apícola e ao manejo adequado, adicionada às novas técnicas e à eficiência na comercialização (Silva, 2010). A análise palinológica dos produtos apícolas (mel, pólen, cera e própolis) se constitui numa forma efetiva para detecção das plantas que são importantes para as abelhas. Esse método é uma relevante ferramenta para se conhecer a origem floral dos méis e para caracterização do produto a ser comercializado. Além disso, ela pode indicar as fontes adequadas de néctar e pólen, maximizando o seu aproveitamento em áreas de vegetação natural (Moreti et al., 2000; Santos et al., 2006).

O conhecimento sobre as fontes de recursos florais exploradas pelas abelhas é de fundamental importância para delineamento de estratégias visando a conservação e o manejo desses insetos para a polinização de diversas culturas agrícolas e também para a preservação e a multiplicação das plantas de potencial melífero, auxiliando o estabelecimento de uma apicultura sustentável (Hower, 1953).

Assim, a análise palinológica de amostras de méis produzidos no estado de Sergipe tem por objetivo fornecer dados sobre as principais fontes de recursos florais utilizados por *Apis mellifera* L. no Estado e realizar uma caracterização botânica e geográfica desse produto apícola. Além disso, esses dados podem auxiliar no manejo e fortalecimento da atividade apícola da região uma vez que indica as espécies chaves que contribuem para a produção melífera local.

REFERÊNCIAS

- Brasil (2006). *Consolidação de Experiências: O Caso do Mel*. Inserção de Micro e Pequenas Empresas no mercado internacional. Brasil.
- Borges, R. L. B., Lima, L. C. L., Oliveira, P. P., Silva, F. H. M., Novais, J. S., Dórea, M. C. & Santos, F. A. R. (2006). O pólen no mel do semi-árido brasileiro. In: Santos, F. A. R. (Ed.) *Apium Plantae* (pp. 103–118). Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido.
- Carvalho, C. M. S. (2005). *Diagnóstico Mercadológico consolidado - Projeto APIS*. Aracaju, SEBRAE-SE.
- Freitas, B. M. & Silva, E. M. S. (2006). Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In: Santos, F. A. R. (Ed.). *Apium Plantae* (pp. 19–32). Recife, Instituto do Milênio do Semi-Árido.
- Hower, F. N. (1953). *Plantas melíferas*. Reverté, Barcelona.
- Moreti, A. C. C. C., Carvalho, C. A. L., Marchini, L. C. & Oliveira, P. C. F. (2000). Espectro polínico de amostras de mel de *Apis mellifera* L. coletadas na Bahia. *Bragantia*, 59, 1–6.
- Paula, J. (2008). *Mel do Brasil: as exportações brasileiras de mel no período 2000/2006 e o papel do Sebrae*. Brasília, SEBRAE.
- Perosa, J. C. Y., Arauco, E. M. A., Santos, A. L. A. & Albarracín, V. N. (2004). Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. *Informações econômicas*, 34: 41–48.
- Pittella, C. M. (2009). *Determinação de resíduos de agrotóxicos em mel de abelhas (Apis sp) por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas*. Dissertação Mestrado. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.
- Santos, F. A. R., Oliveira, A. V., Lima, L. C. L., Barros, R. F. M., Schlindwein, C. P., Martins, C. F., Camargo, R. C. R., Freitas, B. M. & Kiill, L. H. P. (2005). Apícolas. In: Sampaio, E. V. S. B.; Pareyn, F. G. C.; Figueroa, J. M.; Santos Jr., A. G. (Ed.), *Espécies da flora nordestina com importância econômica potencial* (pp. 15–26). Recife, Associação Plantas do Nordeste.

- Santos, F. A. R., Oliveira, J. M., Oliveira, P. P., Leite, K. R. B. & Carneiro, C. E. (2006). Plantas do semi-árido importantes para as abelhas. In Santos, F. A. R. (Ed.), *Apium Plantae* (pp. 61–86). Recife: IMSEAR.
- Sergipe (2008). *Plano de desenvolvimento preliminar do arranjo produtivo de apicultura sergipana*. Aracaju, Núcleo Estadual de Arranjos Produtivos Locais.
- Silva, E. A. (2010). *Apicultura Sustentável: produção e comercialização de mel no sertão sergipano*. Dissertação de Mestrado. São Cristovão: Universidade Federal de Sergipe.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1

Caracterização polínica dos méis de *Apis mellifera* L. produzidos no estado de Sergipe, Brasil*

* O conteúdo desse capítulo será submetido na forma de artigo à revista *Grana*.

RESUMO

O conteúdo polínico de 22 amostras de méis oriundos de diferentes municípios do estado de Sergipe foi analisado. Um total de 90 tipos polínicos distribuídos em 28 famílias foram identificados. Fabaceae foi a família mais bem representada em número de tipos polínicos - 29 tipos, seguida de Asteraceae (8), Rubiaceae (7), Anacardiaceae e Malvaceae (4 cada), Euphorbiaceae e Myrtaceae (3 cada). Em 15 amostras, foi verificada a presença de pólen dominante, sendo *Mimosa pudica/sensitiva* em cinco amostras, *Alternanthera* em duas, *Angelonia*, *Cocos nucifera*, *M. arenosa*, *M. tenuiflora*, *Myrcia*, *Prosopis juliflora*, *Protium* e *Schinus* em uma amostra cada. Como pólen acessório, foram registrados 11 tipos polínicos: *Borreria verticillata*, *M. pudica/sensitiva*, *Tapirira* em três amostras, *Mitracarpus hirtus* em duas, *Angelonia*, *Baccharis*, *Cocos nucifera*, Melastomataceae, *Protium*, *Salvia* e *Senna macranthera* em uma amostra. A maioria dos méis analisados (95,4%) foram caracterizados como heteroflorais. Tipos polínicos do gênero *Mimosa* se destacaram nas amostras, estando presentes em todos os municípios e com grande participação individual nos espectros polínicos, indicando a importante contribuição das espécies que possuem afinidade polínica com os tipos desse gênero na produção apícola da região. Tipos polínicos de espécies endêmicas da caatinga estiveram presentes no espectro polínico do Estado: *Mimosa adenophylla*, *M. ophthalmocentra*, *M. setuligera* e *M. xiquexiquensis* da família Fabaceae e *Ziziphus joazeiro* da família Rhaminaceae.

Palavras-chave: Mel, análise palinológica, flora nativa, recursos florais, tipos polínicos

ABSTRACT

The pollen contents of 22 honey samples from different municipalities in Sergipe state were analyzed. A total of 90 pollen types distributed in 28 plant families were identified. Fabaceae was the family with highest representativity in number of pollen types - 29 types, followed by Asteraceae (8), Rubiaceae (7), Anacardiaceae and Malvaceae (4 each), and Euphorbiaceae and Myrtaceae (3 each). The presence of dominant pollen was detected in 14 samples, with *Mimosa pudica/sensitiva* in five samples, *Alternanthera* in two samples, *Angelonia*, *Cocos nucifera*, *M. arenosa*, *M. tenuiflora*, *Myrcia*, *Prosopis juliflora*, *Protium* and *Schinus* in one sample each. Eleven pollen types were recorded as accessory pollen: *Borreria verticillata*, *M. pudica/sensitiva*, *Tapira* in three samples, *Mitracarpus hirtus* in two samples, *Angelonia*, *Baccharis*, *Cocos nucifera*, Melastomataceae, *Protium*, *Salvia* and *Senna macranthera* in one sample each. The majority of the samples analyzed (95.4%) were characterized as heterofloral. Pollen types from the genus *Mimosa* were prominent in the samples, being found at all municipalities and with large individual proportions in the pollen spectra, indicating the important contribution of species with palynological affinities with the pollen types found in this genus in the apicultural production of the region. Pollen types from species endemic to the caatinga were found in the pollen spectrum for Sergipe state: *Mimosa adenophylla*, *M. ophthalmocentrica*, *M. setuligera* and *M. xiquexiquensis* from Fabaceae, and *Ziziphus joazeiro* from Rhaminaceae.

Keywords: Honey, Palynological analyses, native flora, floral resources, pollen types

INTRODUÇÃO

O pólen e o néctar floral constituem praticamente a única fonte de alimento das abelhas em todas as suas fases de desenvolvimento (Wiese, 1985). O pólen é a fonte protéica, assumindo importância vital no desenvolvimento das colônias, principalmente devido ao seu papel na dieta das larvas, além de constituir a principal fonte de gorduras, vitaminas e minerais (Freitas, 1991; Ramalho et al., 1991). O néctar, por sua vez, é uma complexa mistura de açúcares, apresentando-se como a fração complementar na dieta, sendo uma importante fonte energética (Winston, 1991).

O conhecimento da flora apícola local permite identificar os principais recursos florais utilizados pelas abelhas, indicando aos apicultores fontes adequadas e de abundante suprimento de néctar e pólen. Além disso, representa um passo importante para a exploração racional e o desenvolvimento de programas de conservação de abelhas, facilitando as operações de manejo no apiário, como também, possibilitando a identificação, preservação e multiplicação das espécies vegetais mais importantes na área (Wiese, 1985).

Segundo Santos et al. (2005), o Nordeste brasileiro possui um grande potencial apícola, devido a riqueza de sua flora e a diversidade de abelhas que produzem mel, além de ter um clima favorável. Contudo, apesar de possuir uma grande expressividade no contexto socioeconômico da população da região, essa é uma atividade ainda pouco explorada, sendo realizada, na maioria das vezes, sob a forma extrativista, sem um planejamento racional prévio que vise à otimização dos principais recursos.

A análise melissopalínológica de amostras de mel é uma forma de se conhecer a flora apícola de uma região e assim determinar o seu potencial apícola, pois esse método está baseado na identificação de grãos de pólen com afinidade às espécies vegetais que contribuíram para a formação desse produto, inclusive fornecendo informações sobre a proporção de participação das espécies através da contagem desses grãos. Em adição, com essa análise é possível a determinação da origem botânica e geográfica do mel (Moar, 1985; Freitas & Silva, 2006).

A atividade apícola do estado de Sergipe vem experimentando um crescimento acentuado ao longo dos últimos anos. Em 2000, Sergipe produzia apenas 17.806 quilos de mel natural, e, em 2009, a produção atingiu a marca de 137 toneladas (IBGE, 2009; Silva,

2010). No que se refere à análise palinológica do mel oriundo desse Estado, pouco se tem conhecimento acerca de sua composição polínica.

Assim, o presente trabalho é o primeiro a desenvolver, de forma sistemática e cobrindo todo o Estado, a análise palinológica de amostras de méis produzidos em diferentes municípios da região, tendo o objetivo de identificar o espectro polínico encontrado no mel de *Apis mellifera* L. e reconhecer os possíveis tipos polínicos associados a sua origem geográfica, fornecendo dados sobre a flora apícola do Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estado de Sergipe, menor estado brasileiro, está localizado na região Nordeste do Brasil, detendo de uma área de 21.910,348 km², o equivalente a 0,26% do território nacional e 1,4% em relação à região Nordeste. Limita-se, ao norte, com o estado de Alagoas, separado pelo rio São Francisco, ao sul e ao oeste pelo estado da Bahia e ao leste com o Oceano Atlântico. Sua vegetação é composta por mangues no litoral, uma faixa de floresta tropical e caatinga na maior parte do território. O clima é tropical atlântico no litoral e semiárido no interior. O Estado possui 75 municípios, distribuídos em oito territórios (Figura 1): Agreste Central Sergipano, Alto Sertão Sergipano, Baixo São Francisco Sergipano, Centro Sul Sergipano, Grande Aracaju, Leste Sergipano, Médio Sertão Sergipano e Sul Sergipano (Secretaria de Planejamento do Estado, 2007).

Análise Palinológica

Foram analisadas 22 amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* provenientes de municípios dos oito territórios que compõem o estado de Sergipe. Os municípios amostrados foram Canindé do São Francisco, Monte Alegre de Sergipe, N^a Senhora da Glória, Poço Redondo e Porto da Folha do território do Alto Sertão Sergipano; Brejo Grande, Japoatã, Neópolis e Propriá do Baixo São Francisco Sergipano; Japarutuba do Leste Sergipano; N^a Senhora das Dores do Médio Sertão Sergipano; Carira e Ribeirópolis do Agreste Central Sergipano; Aracaju, Barra dos Coqueiros, Itaporanga d'Ajuda, N^a Senhora do Socorro e São Cristovão da Grande Aracaju; Lagarto, Poço Verde e Tobias Barreto do Centro Sul Sergipano e Estância do Sul Sergipano.

Vale ressaltar que os territórios do Médio Sertão Sergipano e Sul Sergipano, que tiveram apenas um município amostrado, são os únicos territórios em que a atividade da apicultura não é caracterizada como arranjo produtivo no Estado (Sergipe, 2008).

Os municípios foram selecionados de acordo com a disponibilidade das amostras, sendo uma amostra por município, provenientes de produtores e cooperativas do mel durante os anos de 2010-2011. Algumas amostras do território do Alto Sertão Sergipano foram cedidas pelo Laboratório de Pesquisa em Alimentos do Instituto de Tecnologia e Pesquisa da Universidade Tiradentes, Aracaju, Sergipe, e foram coletadas entre os anos 2008-2009.

A análise palinológica seguiu a metodologia de Louveaux et al. (1978) adaptado por Jones e Bryant Jr. (2004), na qual 10 gramas de mel foram dissolvidos em 10 ml de água morna e adicionados 50 ml de álcool etílico 95%. A mistura foi centrifugada por 10 min a 2.500 rpm. O sedimento polínico foi acetolisado (Erdtman, 1960) e montados em lâminas permanentes com gelatina glicerinada.

Para a determinação da classe de frequência do tipo polínico, 500 grãos de pólen foram contados. Os tipos polínicos foram classificados segundo as categorias estabelecidas por Louveaux et al. (1978), de acordo com o número de grão de pólen por amostra, sendo: pólen dominante (>45%), pólen acessório (16-45%), pólen isolado importante (3-15%), pólen isolado ocasional (1-3%) e pólen traço (<1%). A frequência de ocorrência dos tipos polínicos no conjunto amostral foi estabelecida conforme Jones e Bryant Jr. (1996): muito frequente (>50%), frequente (20-50%), pouco frequente (10-20%) e raro (<10%).

Para os cálculos de concentração polínica nas amostras de mel (Moar, 1985; Jones & Bryant, 1996), foi adicionado como marcador exótico um tablete de esporos de *Lycopodium clavatum* L. (Stockmarr, 1971). As concentrações de grãos de pólen em 10 g do mel foram estimadas e agrupadas em cinco categorias (Maurizio, 1975): categoria I (<20.000 grãos de pólen), categoria II (20.000-100.000), categoria III (100.000-500.000), categoria IV (500.000-1.000.000) e categoria V (>1.000.000).

Em adição, foi realizado uma análise de similaridade entre as amostras estudadas, utilizando o PAST software – Palaeontological Statistics, Ver. 1.84 (Hammer et al., 2001). O coeficiente de similaridade utilizado foi o de Jaccard, por não considerar as ausências compartilhadas como evidência de similaridade. Para os tipos polínicos, foram considerados dados presença/ausência, considerando apenas os tipos com afinidade botânica identificada nas respectivas amostras.

Os tipos polínicos foram identificados de acordo com as recomendações de Santos (2011), por comparação com lâminas depositadas na palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (LAMIV-UEFS) e com o auxílio dos catálogos polínicos disponíveis, sendo os principais de Palacios et al. (1991), Roubik e Moreno (1991), Carreira e Barth (2003), Melhem et al. (2003) e Silva (2007); Lima et al. (2008) para as espécies de *Mimosa* do semiárido brasileiro e Souza (2008) para as espécies de *Mitracarpus*.

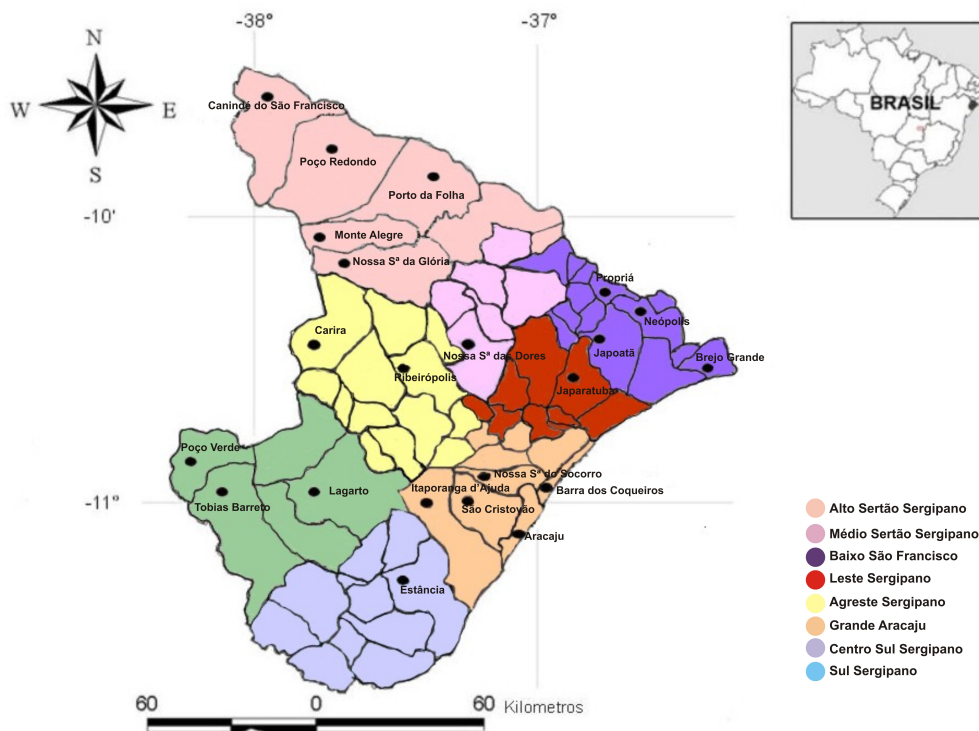


Figura 1. Estado de Sergipe, Brasil, destacando as divisões nos seus territórios, com a identificação (●) dos municípios amostrados. Adaptado do Atlas Digital – SRH, 2004.

RESULTADOS

Foram identificados 90 tipos polínicos, distribuídos em 32 famílias, nas amostras de mel oriundas do estado de Sergipe (Tabela 1, Figura 2-4).

Um total de 32 tipos polínicos não teve a determinação de sua afinidade botânica, ocorrendo em nove amostras. Contudo, eles tiveram uma baixa representatividade nas amostras analisadas (<5,4%), estando presentes nas classes de frequência de pólen isolado importante (3-15%), pólen isolado ocasional (1-3%) e a sua maioria em pólen traço ($\leq 1\%$).

Das 31 famílias presentes no espectro polínico dos méis de Sergipe, seis ocorreram em mais de 50% das amostras, sendo elas Fabaceae, ocorrendo em todas as amostras analisadas, seguida de Asteraceae e Rubiaceae em 90,9%, Amarantaceae em 72,7%, Lamiaceae em 59% e Arecaceae em 54% das amostras. Entretanto, a contribuição de tipos polínicos por cada família foi variável, tendo a família Fabaceae uma grande representatividade, com 29 tipos polínicos.

Outras famílias também tiveram uma contribuição significativa em números de tipos polínicos: Asteraceae (8), Rubiaceae (7), Anacardiaceae e Malvaceae (4), Euphorbiaceae e Myrtaceae (3), Acanthaceae, Amarantaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Lamiaceae, Melastomataceae e Sapindaceae com dois tipos polínicos. As demais famílias apresentaram apenas um tipo polínico cada.

Em 15 amostras analisadas foi verificada a presença de pólen dominante, sendo *Mimosa pudica/sensitiva* (Figura 3H) em cinco amostras, *Alternanthera* (Figura 2B) em duas amostras, *Angelonia* (Figura 4D), *Cocos nucifera* (Figura 2E), *Mimosa arenosa* (Figura 3E, F), *Mimosa tenuiflora* (Figura 3J), *Myrcia* (Figura 4C), *Prosopis juliflora*, *Protium* (Figura 2M, N, O) e *Schinus* em uma amostra, totalizando dez tipos polínicos como dominante. Como pólen acessório, foram registrados onze tipos polínicos: *Borreria verticillata* (Figura 4G, H), *Mimosa pudica/sensitiva* e *Tapirira* (Figura 2C, D) em três amostras, *Mitracarpus hirtus* (Figura 4I, J) em duas, *Angelonia*, *Baccharis* (Figura 2F), *Cocos nucifera*, Melastomataceae, *Protium*, *Salvia* (Figura 3P) e *Senna macranthera* em uma amostra.

Em relação a frequência de ocorrência dos tipos polínicos nas amostras (Tabela II), nove tipos foram encontrados na categoria de muito frequente (>50%), sendo eles: *Alternanthera*, *Borreria verticillata* e *Mimosa pudica/sensitiva* que ocorrem em 72,7% das

amostras, *Mikania* e *Mimosa tenuiflora* (63,6%), *Vernonanthura* (59%), *Cocos nucifera*, *Hyptis* e *Mimosa arenosa* (54,5%).

Uma média de 17 tipos polínicos foi encontrada nas amostras analisada, sendo a amostra de Barra dos Coqueiros, pertencente ao território da Grande Aracaju, a que apresentou a maior diversidade de tipos polínicos, com 29 tipos, e a de Neópolis, do Baixo São Francisco Sergipano, a de menor diversidade, com dez tipos polínicos.

Baseado na quantidade absoluta de grãos de pólen por 10g de mel analisado, a maioria das amostras foram encontradas nas categorias de concentrações polínicas baixas, sendo 23,8% na categoria I e 61,9% na categoria II. As demais amostras foram registradas na categoria III (9,5%) e na categoria IV (4,8%).

Os valores extremos da concentração polínica foram observados nas amostras dos municípios de Canindé do São Francisco (Alto Sertão Sergipano) com 7.055 grãos de pólen/10g de mel e em Ribeiropólis (Agreste Central Sergipano) com 546.558 grãos de pólen/10g de mel, ambos nas classes I e IV, respectivamente. Em uma amostra analisada, do município de Propriá (Baixo São Francisco Sergipano), o marcador exótico não foi contabilizado devido à ausência nos campos de contagens, apesar de ter sido verificado na lâmina analisada. Assim, não foi possível a inferência da concentração de grãos de pólen nesse mel.

A análise de similaridade não mostrou um agrupamento dos municípios estudados com os seus respectivos territórios (Figura 5). Alguns municípios pertencentes ao mesmo território formaram clados, como os municípios de Lagarto com Poço Verde, pertencentes ao Centro Sul Sergipano, com o índice de similaridade de 42% e ambos com um total de 17 tipos polínicos, tendo dez tipos em comum (*Alternanthera*, *Borreria verticillata*, *Hyptis*, *Mimosa acustitipula*, *M. pudica/sensitiva*, *Mikania*, *Mitracarpus frigidus*, *Richardia*, *Salvia* e *Vernonanthura*).

Os municípios de Barra dos Coqueiros e São Cristovão, pertencentes a Grande Aracaju, também formaram um clado, com o índice de similaridade de aproximadamente 30%. Eles apresentaram dez tipos polínicos em comum (*Angelonia*, *Chamaecrista*, *Cocos nucifera*, *Hyptis*, *Mimosa pudica/sensitiva*, *M. tenuiflora*, *Myrcia*, *Poaceae*, *Protium* e *Tapirira*) sendo que o mel de Barra dos Coqueiros foi o que apresentou a maior diversidade de tipos polínicos identificados - 23 tipos - e em São Cristovão, por sua vez, só foram identificados 14 tipos.

O clado formado pelos municípios de Japoatã e Itaporanga d’Ajuda, do Baixo São Francisco Sergipano e Grande Aracaju, respectivamente, foi o que demonstrou o maior índice de similaridade (48%). Esses municípios apresentaram dez tipos polínicos em comum (*Alternanthera*, *Aspila*, *Borreria verticillata*, *Cecropia*, *Cocos nucifera*, *Mikania*, *Mimosa arenosa*, *M. pudica/sensitiva*, *M. tenuiflora* e *Myrcia*) e cinco tipos exclusivos de Japoatã e seis de Itaporanga d’Ajuda. Japoatã e Itaporanga d’Ajuda, juntamente com o município de Japaratuba formaram um clado com 43% de similaridade. Os três municípios pertencem aos territórios vizinhos da Grande Aracaju, Leste Sergipano e Baixo São Francisco, tiveram oito tipos polínicos comuns, sendo eles: *Alternanthera*, *Borreria verticillata*, *Cecropia*, *Cocos nucifera*, *Mimosa arenosa*, *M. pudica/sensitiva*, *M. tenuiflora* e *Myrcia*.

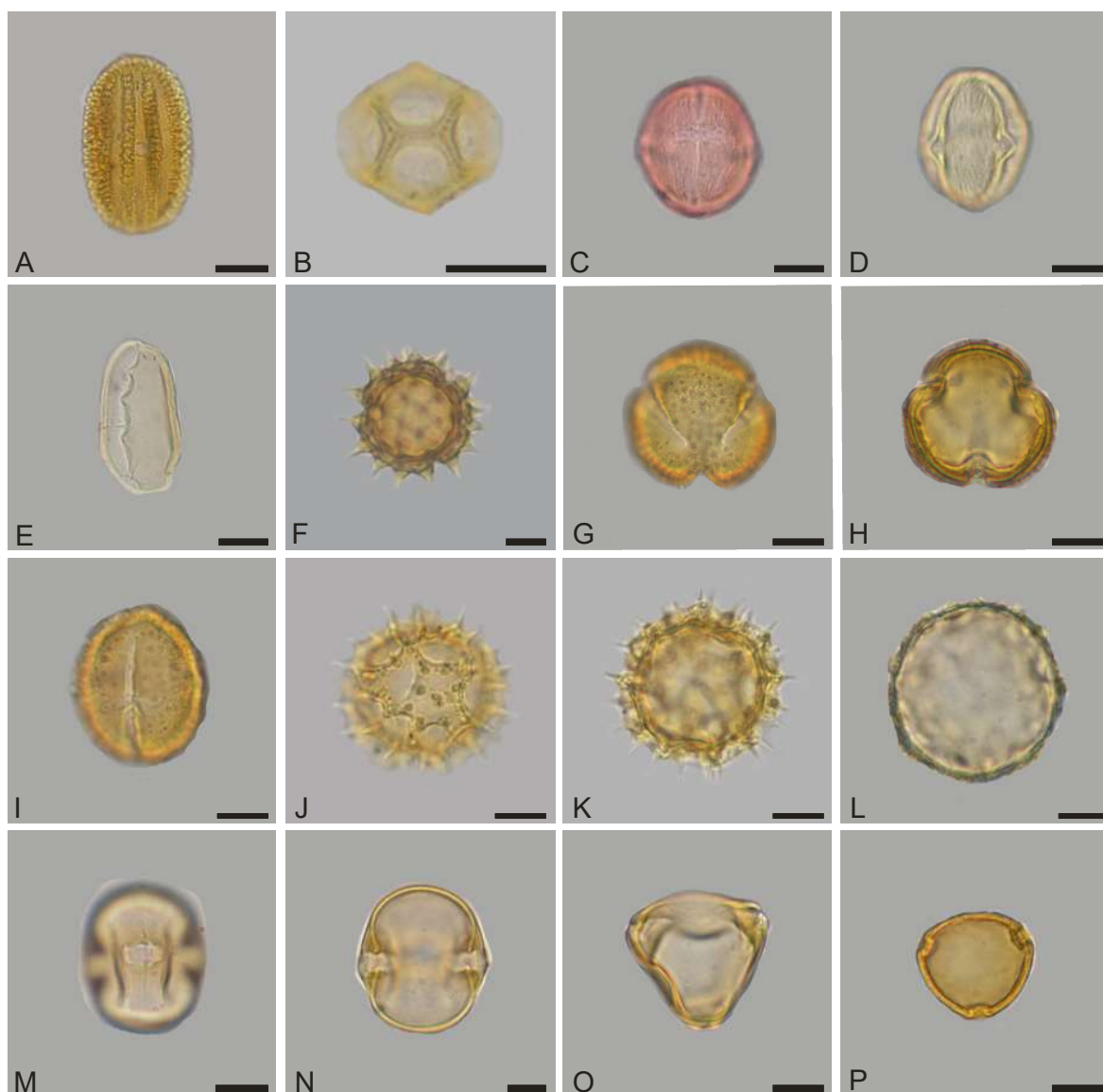


Figura 2. Fotomicrografias de tipos polínicos encontrados em amostras de méis do estado de Sergipe, Brasil. **A.** Acanthaceae: *Dicliptera*. **B.** Amaranthaceae: *Alternanthera*. **C-D.** Anacardiaceae: *Tapirira*. **E.** Arecaceae: *Cocos nucifera*. Asteraceae: **F.** *Baccharis*. **G-I.** *Gochnatia*. **J-K.** *Vernonanthura*. **L.** Boraginaceae: *Cordia*. **M-O.** Burceraceae: *Protium*. **P.** Canabaceae: *Celtis*. (Escala=10 μ m)

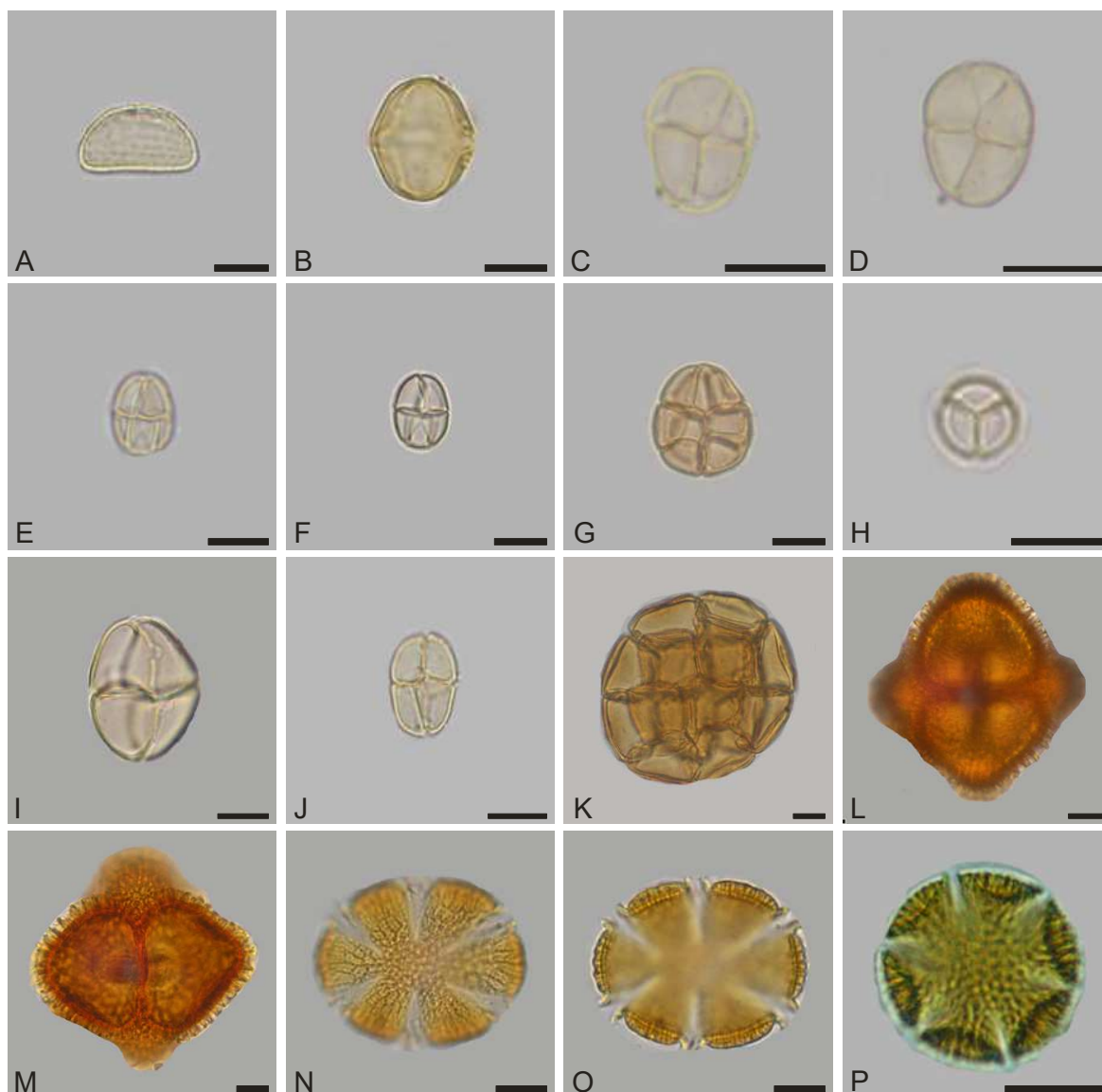


Figura 3. Fotomicrografias de tipos polínicos encontrados em amostras de méis do estado de Sergipe, Brasil. **A.** Commelinaceae: *Commelina erecta*. Fabaceae: **B.** *Chamaecrista*. **C-D.** *Mimosa acutistipula*. **E-F.** *M. arenosa*. **G.** *M. pithecolobioides* **H.** *M. pudica/sensitiva*. **I.** *M. quadrivalves*. **J.** *M. tenuiflora*. **K.** *Pithecellobium*. **L-M.** Gentianaceae: *Schultesia*. Lamiaceae: **N-O.** *Hyptis*. **P.** *Salvia*. (Escala=10 μ m)

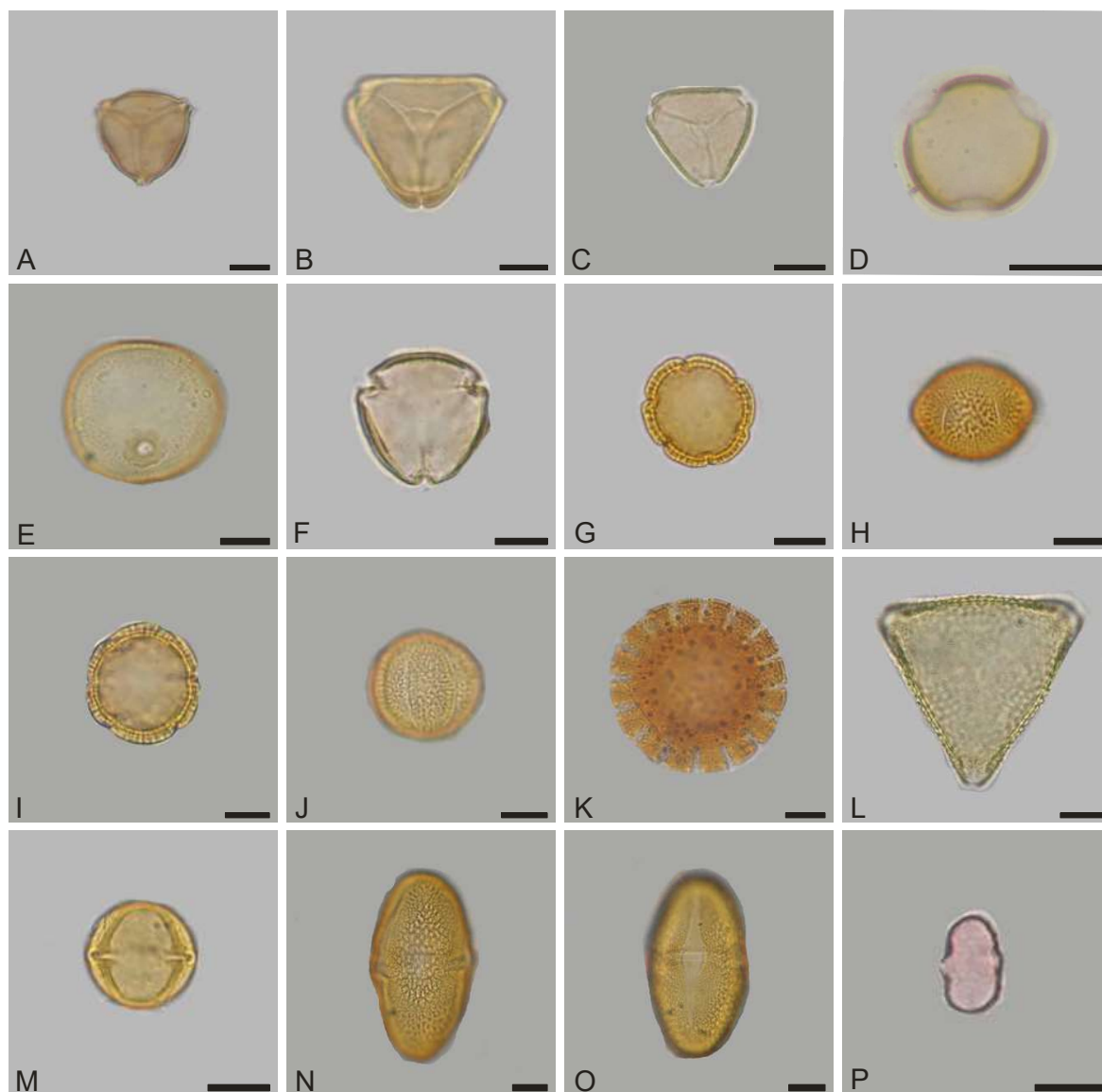


Figura 4. Fotomicrografias de tipos polínicos encontrados em amostras de méis do estado de Sergipe, Brasil. **A.** Lytraceae: *Cuphea tenella*. Myrtaceae: **B.** *Eucalyptus*. **C.** *Myrcia*. **D.** Plantaginaceae: *Angelonia* **E.** Poaceae: Poaceae. **F.** Rhamnaceae: *Ziziphus joazeiro*. Rubiaceae: **G-H.** *Borreria verticillata*. **I-J.** *Mitracarpus hirtus*. **K.** *Richardia*. **L.** Sapindaceae: *Serjania*. **M.** Solanaceae: *Solanum*. **N-O.** Tiliaceae: *Triunfeta*. **P.** Urticaceae: *Cecropia* (Escala=10 μ m)

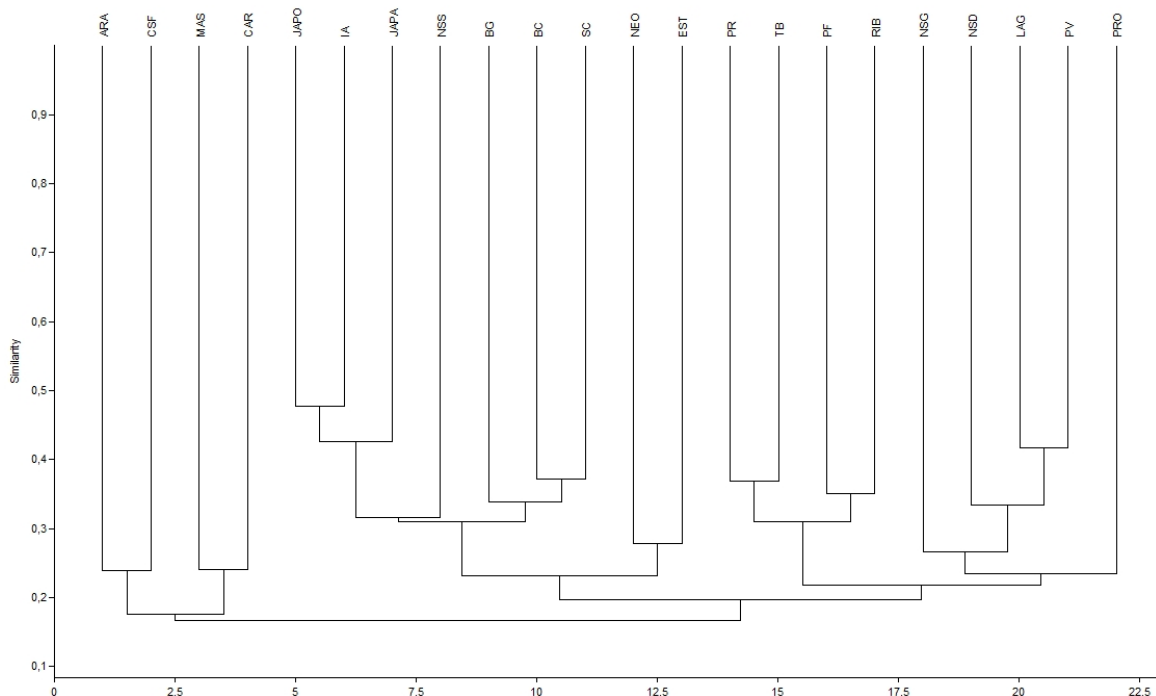


Figura 5. Dendograma de similaridade (índice de Jaccard) entre as amostras de méis dos municípios do estado de Sergipe, Brasil: Aracaju (ARA), Barra dos Coqueiros (BC), Brejo Grande (BG), Canindé do São Francisco (CSF), Carira (CAR), Estância (EST), Itaporanga d’Ajuda (IA), Japaratuba (JAPA), Japoatã (JAPO), Lagarto (LAG), Monte Alegre de Sergipe (MAS), Neópolis (NEO), N^a Senhora da Glória (NSG), N^a Senhora das Dores (NSD), N^a Senhora do Socorro (NSS), Poço Redondo (PR), Poço Verde (PV), Porto da Folha (PF), Propriá (PRO), Ribeirópolis (RIB), São Cristovão (SC) e Tobias Barreto (TB).

Tabela I. Diagnóstico palinológico de méis Sergipe, Brasil.

Municípios: Aracaju (ARA), Barra dos Coqueiros (BC), Brejo Grande (BG), Canindé do São Francisco (CSF), Carira (CAR), Estância (EST), Itaporanga d'Ajuda (IA), Japaratuba (JAPA), Japoatã (JAPO), Lagarto (LAG), Monte Alegre de Sergipe (MAS), Neópolis (NEO), N^a Senhora da Glória (NSG), N^a Senhora das Dores (NSD), N^a Senhora do Socorro (NSS), Poço Redondo (PR), Poço Verde (PV), Porto da Folha (PF), Propriá (PRO), Ribeirópolis (RIB), São Cristovão (SC) e Tobias Barreto (TB).

	Alto Sertão Sergipano	Baixo São Francisco Sergipano	Leste Sergipano	Médio Sertão Sergipano	Agreste Central Sergipano	Grande Aracaju	Centro Sul Sergipano	Sul Sergipano
Nº de Amostras	5	4	1	1	2	5	3	1
Municípios	CSF, PR, PF, MAS, NSG	PRO, JAPO, NEO, BG	JAPA	NSD	CAR, RIB	NSS, ARA, BC, SC, IA	LAG, PV, TB	EST
Famílias/Tipos polínicos	18/42	17/32	9/13	9/21	14/22	23/46	12/32	10/13
Tipos polínicos indeterminados	3	9	---	1	7	23	--	3
Tipos polínicos de Fabaceae	14	9	5	5	6	9	15	2
Tipos polínicos dominantes	<i>Alternanthera</i> , <i>Angelonia</i> , <i>Mimosa arenosa</i>	<i>Cocos nucifera</i> , <i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i>	<i>Schinus</i>	--	<i>Alternanthera</i> , <i>M. tenuiflora</i>	<i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i> , <i>Myrcia</i> , <i>Prosopis</i> <i>juliflora</i>	<i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i>	<i>Protium</i>
Tipos polínicos acessórios	<i>Angelonia</i> , <i>Borreria</i> <i>verticillata</i> , <i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i> , <i>Mitracarpus</i> <i>hirtus</i>	<i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i> , <i>Mitracarpus</i> <i>hirtus</i> , <i>Protium</i> , <i>Tapirira</i>	---	<i>Baccharis</i> , <i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i>	Melastomataceae	<i>Cocos nucifera</i> , <i>Tapirira</i>	<i>Borreria</i> <i>verticillata</i> , <i>Salvia</i> , <i>Senna</i> <i>macranthera</i>	---

Tabela I. Continuação

	Alto Sertão Sergipano	Baixo São Francisco Sergipano	Leste Sergipano	Médio Sertão Sergipano	Agreste Central Sergipano	Grande Aracaju	Centro Sul Sergipano	Sul Sergipano
Tipos polínicos encontrados em todas as amostras	--	<i>Cocos nucifera</i> , <i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i>	---	---	<i>Borreria verticillata</i> , <i>Jacquemontia</i> , <i>M. tenuiflora</i> , <i>Senna</i> , <i>Solanum</i> , <i>Vernonanthura</i>	<i>Cocos nucifera</i> , <i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i> , <i>M. tenuiflora</i> , Poaceae	<i>Alternanthera</i> , <i>Borreria verticillata</i> , <i>M. pudica</i> / <i>sensitiva</i> , <i>Mikania</i> , <i>Vernonanthura</i>	---
Concentração	7.055-55.637	15.910-99.908	52.792	12.833	71.473-546.558	23.885-238.243	50.497-98.845	40.222

Tabela II. Classe de frequência e frequência de ocorrência dos tipos polínicos em amostras de mel de Sergipe, Brasil.

Territórios e municípios: Canindé do São Francisco (CSF), Monte Alegre de Sergipe (MAS), N^a Senhora da Glória (NSG), Poço Redondo (PR) e Porto da Folha (PF) do **Alto Sertão Sergipano (ASS)**; Brejo Grande (BG), Japoatã (JAPO), Neópolis (NEO) e Propriá (PRO) do **Baixo São Francisco Sergipano (BSFS)**; Japarutuba (JAPA) do **Leste Sergipano (LS)**; N^a Senhora das Dores (NSD) do Médio **Sertão Sergipano (MSS)**; Carira (CAR) e Ribeiropólis (RIB) do **Agreste Central Sergipano (ACS)**; Aracaju (ARA), Barra dos Coqueiros (BC), Itaporanga d’Ajuda (IA), N^a Senhora do Socorro (NSS) e São Cristóvão (SC) da **Grande Aracaju (GA)**; Lagarto (LAG), Poço Verde (PV) e Tobias Barreto (TB) do **Centro Sul Sergipano (CSS)** e Estância (EST) do **Sul Sergipano (SS)**.

Classes de frequência: PD - pólen dominante; PA - pólen acessório; Pli - pólen isolado importante; Plo - pólen isolado ocasional; + - pólen traço.

Frequência de ocorrência (FO): MF - muito frequente (>50%), F - frequente (20-50%), PF - pouco frequente (10-20%) e raro (<10%).

Tipos polínicos	Territórios ASS					Territórios BSFS				Territórios LS	MSS	Territórios ACS		Territórios GA					Territórios CSS			SS	FO		
	CSF	PR	PF	MAS	NSG	PRO	JAPO	NEO	BG	JAPA	NSD	CAR	RIB	NSS	ARA	BC	SC	IA	LAG	PV	TB	EST			
Acanthaceae																									
<i>Dicliptera</i>													+												R
<i>Ruelia</i>															+										R
Amaranthaceae																									
<i>Alternanthera</i>	PD	+	+	Pli		+	Pli			+	Pli	PD		+	Plo		+	+	+	+	Pli			MF	
<i>Amaranthus</i>															+							+			R
Anacardiaceae																									
<i>Mangifera indica</i>															Pli										R
<i>Schinus</i>	+									Pli	PD		+		Pli								+	F	
<i>Tapirira</i>					+				PA			Pli		Plo		PA	PA							F	
<i>Tapirira guianensis</i>																							+	R	
Arecaceae																									
<i>Cocos nucifera</i>						+	Pli	PD	Plo	Pli				Plo	Pli	PA	+	+				+	Pli	MF	
Asteraceae																									
Asteraceae													Pli												R
<i>Ageratum</i>					+																				R
<i>Aspilia</i>					+	+	Pli							Plo		Plo		+						F	
<i>Baccharis</i>											PA				Plo									R	
<i>Gochnatia</i>												PA			Plo									R	
<i>Mikania</i>		+	+		+	Plo	+	Plo			Plo		+		+			Plo		+	+	Pli	+	+	MF

Tabela II. Continuação

Territórios Municípios	ASS					BSFS				LS	MSS	ACS		GA					CSS			SS	FO	
	CSF	PR	PF	MAS	NSG	PRO	JAPO	NEO	BG	JAPA	NSD	CAR	RIB	NSS	ARA	BC	SC	IA	LAG	PV	TB	EST		
<i>Sphagneticola</i>		PIo																						R
<i>Vernonanthura</i>		PIo	+	+	PIi					+	PIi	PIi	PIo				+	+	PIi	PIi	PIo			MF
Begoniaceae																								
<i>Begonia</i>					PIi																			R
Boraginaceae																								
<i>Cordia</i>																PIi							+	R
Burseraceae																								
<i>Protium</i>									PA					+		+	+						PD	F
Cactaceae																								
<i>Harrisia</i>					+																			R
Cannabaceae																								
<i>Celtis</i>									+															R
Commelinaceae																								
<i>Commelina erecta</i>	PIo	+	+		+		+						PIi									+		F
Convolvulaceae																								
<i>Convolvulaceae</i>					+																			R
<i>Jacquemontia</i>												+	+											R
Cyperaceae																								
<i>Cyperaceae</i>					PIi	+																		R
<i>Cyperus</i>										PIi														R
Euphorbiaceae																								
<i>Alchornea</i>																+								R
<i>Croton</i>																								R
<i>Croton heliotropiifolius</i>					+				PIo															R
Fabaceae																								
<i>Aeschynomene</i>														PIo								PIo		R
<i>Anadenanthera colubrina</i>													+											R
<i>Chamaecrista</i>							+						PIi			PIi	PIi						+	F
<i>Chamaecrista nictitans</i>		+																	+					R
<i>Desmanthus</i>					PIi						+													R
<i>Erythrina</i>											+	PIi												R
<i>Inga</i>										+														PF
<i>Mimosa acustitipula</i>					PIi														+	+				PF

Tabela II. Continuação

Territórios Municípios	ASS					BSFS				LS	MSS	ACS			GA				CSS			SS	FO	
	CSF	PR	PF	MAS	NSG	PRO	JAPO	NEO	BG	JAPA	NSD	CAR	RIB	NSS	ARA	BC	SC	IA	LAG	PV	TB	EST		
Tipos polínicos																								
<i>Triumfetta</i>																+							Pli	R
<i>Waltheria</i>				+							+	+						+						PF
Melastomataceae																								
Melastomataceae					Pli							PA			Plo									PF
<i>Miconia</i>			+																					R
Myrtaceae																								
<i>Eucalyptus</i>												+			Plo						+			PF
<i>Myrcia</i>							+	Pli	Pli	Plo						Plo	PD	+						F
<i>Psidium</i>															+									R
Passifloraceae																								
<i>Passiflora</i>																+								R
Plantaginaceae																								
<i>Angelonia</i>	Plo	Plo	PD	PA							+			+	Pli	Plo	+				+			F
Poaceae																								
Poaceae	+			Pli				Plo			Plo			Plo	+	Plo	+	+						F
Polygalaceae																								
<i>Polygala</i>															Plo						+			R
Rhamnaceae																								
<i>Zyziphus joazeiro</i>											+													R
Rubiaceae																								
<i>Borreria I</i>					Pli																			R
<i>Borreria II</i>				Plo																				R
<i>Borreria tenera</i>						Pli					Plo													R
<i>Borreria verticillata</i>			PA	PA	Plo		Plo	Plo	+	+	Pli	Plo	Pli	Plo				+	PA	Pli	Plo	+	MF	
<i>Mitracarpus frigidus</i>	+								Plo		Plo					+			Plo	Plo				F
<i>Mitracarpus hirtus</i>		Plo			PA	PA	Plo		Plo		Pli					Plo			Plo					F
<i>Richardia</i>						+	+				+					+			+	+		+		F
Rutaceae																								
<i>Citrus</i>																						Plo		R
Sapindaceae																								
<i>Paullinia</i>						Plo																		R
<i>Serjania</i>													+					+						R

Tabela II. Continuação

Territórios Municípios	ASS					BSFS				LS	MSS	ACS			GA				CSS			SS	FO
	CSF	PR	PF	MAS	NSG	PRO	JAPO	NEO	BG	JAPA	NSD	CAR	RIB	NSS	ARA	BC	SC	IA	LAG	PV	TB	EST	
Tipos polínicos																							
Solanaceae																							
<i>Solanum</i>			Plo		+						+	Plo	+	+				+					F
Urticaceae																							
<i>Cecropia</i>	+						Pli		Plo	+							+	Plo			+	Pli	F

DISCUSSÃO

O espectro polínico encontrado através das análises dos méis provenientes do estado de Sergipe revelou uma grande diversidade de espécies vegetais utilizadas por *Apis mellifera* na sua atividade de forrageamento. A presença de tipos polínicos relacionados com espécies oriundas de diversos ambientes e com características peculiares corrobora com o comportamento generalista e de fácil adaptação e exploração a ambientes com características distintas por essas abelhas (Koppler et al., 2007).

Os tipos polínicos revelaram a utilização pelas abelhas de plantas com diferentes perfis ecológicos, entre as quais de importante caracterização dos méis. São exemplo dessas espécies: a) *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), planta endêmica da caatinga, características de ambientes secos (Giulietti et al., 2002); b) *Mimosa sensitiva* L. e *Mimosa pudica* L. (Fabaceae) ambas plantas invasoras, sendo a primeira característica de ambiente antropizado e a segunda colonizadora de áreas degradadas (Queiroz, 2009); c) *Eucalyptus* L'Hér. (Myrtaceae) e *Cytrus* L. (Rutaceae) plantas introduzidas e cultivadas com grande potencial econômico (Souza & Lozenzi, 2008); d) *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) típica da região litorânea, porém muito frequente nas áreas do semiárido, essencialmente anemófila, mas com registros de ser polinizada por *Apis mellifera* (Conceição et al., 2004; Santos et al., 2006).

Outros tipos polínicos encontrados nas amostras de méis analisadas também estão relacionados com espécies nativas do semiárido brasileiro, algumas endêmicas da caatinga - bioma que cobre a maior parte do estado de Sergipe, sendo elas: *Mimosa adenophylla* Taub. var. *armandiana* (Rizzini) Barneby, *M. ophthalmocentra* Benth., *M. setuligera* Harms e *M. xiquexiquensis* Barneby da família Fabaceae (Giulietti et al., 2002; Queiroz, 2002). Esses tipos polínicos configuram-se como bons marcadores geográficos para méis oriundos dessa região.

Caracteristicamente, os méis originados da região Nordeste do Brasil apresentam tipos polínicos de Asteraceae, *Croton*, *Eucalyptus*, *Mimosa* (spp.) e *Piptadenia moniliformis* (Barth, 2004). Para o estado de Sergipe, foi verificada a presença desses tipos polínicos, exceto *Piptadenia moniliformis*, o qual teve o gênero representado pelo tipo *Piptadenia stipulacea*. Os tipos representantes de Asteraceae e *Mimosa* possuíram uma importante participação no espectro polínico da região, com presença em todos os territórios do Estado. Para Asteraceae, destacou-se a presença do tipo *Mikania* e

Vernonanthura (= tipo *Vernonia* em outros trabalhos) e para *Mimosa* os tipos *M. arenosa*, *M. pudica/sensitiva* e *M. tenuiflora*. Esses tipos também estiveram presentes no espectro polínico de méis da Bahia (Oliveira, 2010).

Com base nos estudos de Louveaux et al. (1978) sobre méis monoflorais, foi possível concluir que a maior parte (95,4%) dos méis oriundos desse Estado são caracterizados como heteroflorais, sendo originados de mais de um recursos florais. Méis heretoflorais foram também referidos em outros estudos realizados no Nordeste do Brasil (e.g., Aires & Freitas, 2001; Oliveira, 2009).

No mel proveniente do município de Lagarto, Centro Sul Sergipano, foi verificado 23,6% de grãos de pólen do tipo *Salvia* em sua composição. Segundo Louveaux et al. (1978), esse tipo é subrepresentado no mel e quando encontrado na faixa de 10-20% pode ser considerado monofloral, já que as espécies correspondente a esse tipo polínico são fornecedoras de muito néctar e pouco pólen. Ainda segundo os autores, a baixa concentração de grãos de pólen na amostra (51.052 grãos por 10 g) também indica a origem monofloral do mel.

A participação de *Cocos nucifera* no espectro polínico do mel de Neópolis, Baixo São Francisco Sergipano, situada nas margens do Rio São Francisco, também foi bastante representativa, apresentando-se como pólen dominante com 53,4%. O mel analisado apresentou a menor diversidade de tipos polínicos (10) e sua concentração de grãos de pólen baixa (72.027 grãos por 10 g).

Por falta de dados sobre a relação pólen/néctar de *Cocos nucifera* L., essa amostra não foi considerada como monofloral, mas indicamos que a espécie é um importante recurso utilizado por *Apis mellifera* na região, sendo evidenciada a sua participação na produção de mel em alguns municípios vizinhos, pertencentes ao Baixo São Francisco (Brejo Grande e Pacatuba), no qual o mel é caracterizado pela florada do coqueiro que ocorre durante todo o ano (Carvalho, 2005). O tipo polínico *Cocos nucifera* também foi verificado em outras em regiões de litoral no Nordeste brasileiro (Aires & Freitas, 2001; Santos et al., 2006; Oliveira, 2009).

Santos et al. (2006) elaboraram uma lista com as plantas do semiárido importantes para as abelhas, levantando um total de 101 famílias botânicas. No espectro polínico resultante da análise palinológica de méis do estado de Sergipe, 92,8% das famílias encontradas estavam presentes na referida lista. Associado a isso, considerando que as espécies cujos tipos polínicos possuem representatividade acima de 10% são realmente

importantes como fonte de alimento para as abelhas (Ramalho et al., 1985), as famílias que contribuíram para a produção do mel na região foram Amaranthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Rubiaceae.

Fabaceae assumiu um papel de destaque no espectro polínico das amostras de mel oriundas de Sergipe, apresentando uma grande representatividade de tipos polínicos (29), sendo encontrados em todas as amostras analisadas e, conseqüentemente, em todos os territórios que compõem o Estado. A importância dessa família na produção apícola tem sido reconhecida não só no semiárido do Brasil, como em outras regiões do mundo (Santos et al., 2006; Farcone, 2008; Novais et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Ramírez-Arriaga et al., 2011).

Santos (2009) realizou o levantamento da flora apícola das três mesorregiões do estado de Sergipe e apontou Fabaceae como a família de maior número de espécies nas áreas estudadas, tendo na Zona da Mata - município de Estância - e no Agreste - município de Lagarto - dez espécies cada; no semiárido - município de Poço Redondo - 18 espécies.

Dentre os 29 tipos polínicos pertencentes a Fabaceae, 14 são de *Mimosa*, o gênero com maior representatividade no espectro polínico dos méis originados de Sergipe, presentes em todas as classes de frequência. Foram encontrados em todos os municípios analisadas, de todos os territórios do Estado. Segundo Ramalho et al. (1990), *Mimosa* é um dos gêneros mais importantes tanto para abelhas nativas como para *Apis mellifera* em toda a zona neotropical. Seus tipos polínicos são frequentemente encontrados em estudos realizados em outras regiões do Nordeste (Lima, 2007; Oliveira, 2010).

Os tipos *M. arenosa*, *M. pudica/sensitiva* e *M. tenuiflora*, além de serem muito frequente (>50%) nas amostras estudadas, apareceram como pólen dominante em sete amostras, sendo *M. pudica/sensitiva* em cinco e *M. arenosa* e *M. tenuiflora* em uma amostra cada.

Mimosa arenosa (Willd.) Poir é uma planta que ocorre principalmente como invasora na caatinga, ocupando áreas de cultivo abandonadas, especialmente em solo arenoso e sujeitas a inundações periódicas (Queiroz, 2009). Seu tipo polínico foi reconhecido na maior parte do estado de Sergipe, ocorrendo em 54,5% das amostras, exceto nos territórios do Médio Sertão Sergipano e Sul Sergipano, e foi dominante em Poço Redondo, no Alto Sertão Sergipano - região do semiárido do Estado.

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir é uma espécie presente em áreas sujeita a secas periódicas que apresenta grande capacidade de colonização de áreas degradadas onde forma moitas arbustivas quase homogêneas (Queiroz, 2009). No espectro polínico de Sergipe, seu tipo teve uma frequência de ocorrência em 63,6% dos municípios, cobrindo a maior parte do Estado, estando ausente apenas nos territórios do Médio Sertão Sergipano e Sul Sergipano. No município de Ribeiropólis, Agreste Central Sergipano, foi verificado sob a forma de pólen dominante.

O tipo polínico *M. pudica/sensitiva* foi o mais frequente no espectro polínico, verificado em 72,7% das amostras de méis analisadas, cobrindo a maior parte dos territórios, não sendo verificado apenas no Agreste Central Sergipano. Esse tipo foi pólen dominante em cinco municípios distribuídos nos territórios do Baixo São Francisco Sergipano, Centro Sul Sergipano e Grande Aracaju. Esse tipo polínico corresponde às espécies *M. pudica* L. e *M. sensitiva* L. na região Nordeste do Brasil, caracterizadas como plantas invasoras (Queiroz, 2009). Em amostras de mel de outras regiões do Brasil (sul e sudeste) os grãos de pólen desse tipo são identificados como *M. scabrella*.

Asteraceae, presente em 90,9% das amostras analisados, representados por oito tipos polínicos, foi uma importante fonte de recursos utilizados por *Apis mellifera* no estado de Sergipe. A família foi encontrada em todos os territórios e os tipos *Mikania* e *Vernonantura* tiveram suas frequências de ocorrência em 63,3 e 59%, respectivamente. Segundo Coronel (2010), a maioria das espécies de Asteraceae é fornecedora de néctar e muito visitadas pelas abelhas além de produzirem mel de boa qualidade. A família foi uma das mais bem representadas na lista das plantas do semiárido importantes para as abelhas (Santos et al., 2006) e diversos autores destacam a sua participação na produção de mel (Terrab et al., 2001; Andrada & Tellería, 2005; Forcone, 2008).

Tipos polínicos de Rubiaceae estiveram presentes em todos os territórios do Estado, e encontrados em 90,9% das amostras. Em destaque, tem-se o tipo *Borreria verticillata*, muito frequente nas amostras com 72,7%, e o único tipo polínico presente em todos os territórios de Sergipe. A espécie *Borreria verticillata* (L.) G. Mey. é caracterizada como uma importante fornecedora de néctar (Freitas & Silva, 2006).

O tipo polínico *Ziziphus joazeiro*, Rhamnaceae, importante marcador geográfico para méis oriundos do semiárido brasileiro, foi verificado apenas em um município – N^a Senhora das Dores, oriundo do território do Médio Sertão Sergipano. Em estudos desenvolvidos com méis de outras regiões do semiárido, principalmente na região da

caatinga da Bahia, esse tipo polínico também esteve presente. (Carvalho & Marchini, 1999; Novais et al., 2010; Oliveira et al., 2010). Essa espécie é muito atrativa para as abelhas e é de grande importância para a manutenção das colônias na estação seca, quando florescem (Freitas & Silva, 2006).

Dentre as espécies vitais para a apicultura no Nordeste levantadas por Santos et al. (2005), quatro tiveram seus tipos polínicos reconhecidos para o estado de Sergipe: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Borreria verticillata* (L.) G. Mey., *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir. e *Ziziphus joazeiro* Mart. Dessas, tiveram uma grande representatividade no Estado *B. verticillata*, encontrada em 16 municípios estudados, presentes em todos os territórios, e *M. tenuiflora*, em 14 municípios, originados de sete territórios, ambas possuindo, assim, uma ampla distribuição e importante participação na produção apícola de Sergipe. As demais espécies, *Anadenanthera colubrina* e *Ziziphus joazeiro*, foram encontradas em apenas um território.

Em adição, alguns tipos polínicos - *Croton*, *Hyptis* e *Richardia* - podem estar relacionados com espécies que fazem parte dessa lista de plantas vitais para a apicultura do Nordeste, sendo elas: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. e *Richardia grandiflora* (Cham. & Schldl.) Steud. Elas, em conjunto, também possuíram uma distribuição ampla no Estado, sendo verificado o *Croton* em dois territórios, *Hyptis* em seis e *Richardia* em cinco e encontrados como pólen isolado importante, pólen isolado ocasional e pólen traço.

Com a análise de similaridade do espectro polínico das amostras de méis e a não formação de padrão de diferenciação entre os territórios de Sergipe, pode-se inferir que os méis oriundos dos oito territórios de Sergipe possuem composições bastante semelhantes. Municípios pertencentes aos mesmos territórios, frequentemente, foram agrupados/posicionados em clados diferentes, em contrapartida, os pertencentes a territórios diferentes, como Japoatã, Itaporanga d'Ajuda e Japarutuba, apareceram próximos, nesse caso formaram um clado com índice de similaridade de 43%.

Pode-se concluir, portanto, que existe um conjunto de espécies comuns utilizadas como fonte de recurso por *Apis mellifera* na produção do mel em Sergipe. Essas espécies apresentaram uma distribuição ampla entre os territórios do Estado, sendo verificadas através de suas afinidades com os tipos polínicos presente como muito frequente entre os territórios, sendo eles: *Alternanthera*, *Borreria verticillata*, *Cecropia*, *Cocos nucifera*,

Hyptis, Mikania, Mimosa arenosa, M. pudica/sensitiva, M. tenuiflora, Mitracarpus frigidus, Mitracarpus hirtus, Richardia, Schinus, Senna e Vernonanthura.

CONCLUSÃO

A riqueza de tipos polínicos encontrada no mel demonstra a grande diversidade de recursos utilizados por *Apis mellifera* na região. A presença de tipos polínicos relacionados às plantas endêmicas da caatinga demonstra a utilização da flora nativa por essas abelhas, tornando esses tipos importantes marcadores geográficos dos méis oriundos do semiárido brasileiro. Os méis analisados podem ser rotulados como mel orgânico, característico da região do semiárido brasileiro.

Entre as famílias verificadas no espectro polínico do mel analisado, Fabaceae foi a mais importante para a atividade apícola da região, tendo o gênero *Mimosa*, posição de destaque, verificado em todos os municípios analisados e com uma importante participação individual nas amostras.

O estado de Sergipe tem uma produção de mel relativamente homogênea no que se refere à composição palinológica, de forma que não foi detectado singularidade polínica em amostras de mel de diferentes municípios.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora e pela bolsa de produtividade a FARS; aos apicultores, ao Sebrae/SE e ao Laboratório de Pesquisa em Alimentos do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (Universidade Tiradentes) pela doação das amostras de mel analisadas. Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica e Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana pelas facilidades para execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Aires, E. R. B. & Freitas, B. M. (2001). Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do estado do Ceará. *Ciência Agronomica*, 32, 22–29.
- Andrada, A. C. & Tellería, M. C. (2005). Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): Botanical origin and protein content. *Grana*, 44, 115–122.
- Barth, O. M. (2004). Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bee. *Scientia Agricola*, 61, 342–350.
- Carreira, L. M. M. & Barth O M. (2003). *Atlas de pólen da vegetação de Canga da Serra de Carajás (Pará, Brasil)*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Carvalho, C. A. L. & Marchini, L. C. (1999). Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, município de Castro Alves, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica*, 22, 333–338.
- Carvalho, C. M. S. (2005). *Diagnóstico Mercadológico consolidado Projeto APIS – Sergipe, Aracaju, SEBRAE-SE*.
- Conceição, E. S., Delabie, J. H. C & Costa, A. C. N. (2004). A Entomofilia do Coqueiro em Questão: Avaliação do Transporte de Pólen por Formigas e Abelhas nas Inflorescências. *Neotropical Entomology*, 33, 679–683.
- Coronel, B. M. (2010). *La Miel. Uma mirada científica*. Paraná: UNER.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 39, 561–564.
- Forcone, A. (2008). Pollen analysis of honey from Chubut (Argentinean Patagônia). *Grana*, 47, 147–158.
- Freitas, B. M. (1991). *Potencial da caatinga para produção de pólen e néctar para a exploração apícola*. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Freitas, B. M. & Silva, E. M. S. (2006). Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In F.A.R. Santos (Ed.), *Apium plantae* (pp. 19–32). Recife: IMSEAR.
- Giulietti, A. M., Harley, R. M., Queiroz, L. P., Barbosa, M. R. V., Neta, A. L. B. & Figueiredo, M. A. (2002). Espécies endêmicas da Caatinga. In E. V. S. B. Sampaio, A. M. Giulietti, J. Virgínio & C. F. L. Gamarra-Rojas (Eds.), *Vegetação e flora da Caatinga* (pp. 103–118). Recife: APNE.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. T & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4, 1–9.
- IBGE (2009). *Produção da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- Jones, G. D. & Bryant, V. M. (1996). Melissopalynology. In J. Jansonius & D. C. McGregor (Eds), *Palynology, principles and applications* (pp. 933–938). Salt Lake City: AASP Found.
- Jones, G. D. & Bryant, V. M. Jr. (2004). The use of ETOH for the dilution of honey. *Grana*, 43, 174–182.
- 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, L. C. L. (2007). *Espécies de Mimosa L. (Leguminosae) do semi-árido nordestino: palinologia, fenologia, biologia floral e potencial apícola*. Tese de doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Lima, L. C. L., Silva, F. H. M. & Santos, F. A. R. (2008). Palinologia de espécies de *Mimosa L. (Leguminosae - Mimosoideae)* do semi-árido brasileiro. *Acta Botanica Brasílica*, 22, 794–805.
- Louveaux, J., Maurizio, A. & Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59, 139–157.
- Maurizio, A. (1975). Microscopy of honey. In E. Crane. *Honey, a comprehensive survey* (pp. 240–257). New York: Russak & Co.
- Melhem, T. S., Cruz-Barros, M. A. V., Corrêa, A. M. S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M. S. F. & Gonçalves-Esteves, V. L. (2003). Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica.*, 16, 1–104.
- Moar, N. T. (1985). Pollen analysis of New Zealand honeys. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28, 39–70.
- Novais J. S., Lima, L. C. L. & Santos, F. A. R. (2009). Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana*, 48, 224–234.
- Novais, J. S., Lima, L.C.L., Santos & F. A. R (2010). Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. *Journal of Arid Environments*, 74, 1355–1358.

- Oliveira, P. P. (2009). Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado da Bahia. Tese de doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Oliveira, P. P., van den Berg, C. & Santos, F. A. R. (2010). Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil, *Grana*, 49, 66–75.
- Palacios, C. R., Ludlow, W. R. & Villanueva, G. R. (1991). *Flora palinologica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'An Quintana Rôo, México*. Chetumal: Centro de Investigaciones Quintana Roo.
- Queiroz, L. P. (2002). Distribuição das espécies de Leguminosae na caatinga. In E. V. S. B. Sampaio, A. M. Giuliatti, J. Virgínio & C. F. L. Gamarra-Rojas (Eds), *Vegetação e flora da Caatinga* (pp. 141–153). Recife: APNE.
- Queiroz, L. P. (2009). *Leguminosas da Caatinga*. Feira de Santana, BA: UEFS/Kew: Royal Botanic. Gardens.
- Ramalho, M., Imperatriz-Fonseca, V. L. & Kleinert-Giovannini, A. (1985). Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae- Meliponinae). *Apidologie*, 16, 307–330.
- Ramalho, M., Kleinert-Giovannini, A. & Imperatriz-Fonseca, V. L. (1990). Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: A review. *Apidologie*, 21, 469–488.
- Ramalho, M., Imperatriz-Fonseca, V. L. & Kleinert-Giovannini, A. (1991). Ecologia nutricional de abelhas sociais. In A. R. Panizzi & J. R. P. Parra (Eds.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas* (pp. 225–252). São Paulo: Editora Manole.
- Ramírez-Arriaga, E., Navarro-Calvo, L. A. & Díaz-Carbajal, E. (2011). Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50, 40–54.
- Roubik, D. W. & Moreno, J. E. (1991). *Pollen and Spores of Barro Colorado*. New York: Missouri Botanical Garden.
- Santos, C. S. (2009). *Diagnóstico da flora apícola para a sustentabilidade da apicultura no estado de Sergipe*. Tese de mestrado. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Santos, F. A. R., Oliveira, A. V., Lima, L. C. L., Barros, R. F. M., Schlindwein, C. P., Martins, C. F., Camargo, R. C. R., Freitas, B. M. & Kiill, L. H. P. (2005). Apícolas.

- In E. V. S. B. Sampaio, F. G. C., Pareyn, J. M. Figueroa & A. G. Santos Jr. (Eds), *Espécies da flora nordestina com importância econômica potencial* (pp. 15–26). Recife: APNE.
- Santos, F. A. R., Oliveira, J. M., Oliveira, P. P., Leite, K. R. B. & Carneiro, C. E. (2006). Plantas do semi-árido importantes para as abelhas. In F. A. R. Santos (Ed.), *Apium Plantae* (pp. 61–86). Recife: IMSEAR.
- Santos, F. A. R. (2011). Identificação botânica do pólen apícola. *Magistra*, 23, 4-9.
- Secretaria do Estado (Sergipe) de Planejamento. Sergipe em Dados (2007) Caracterização do Território. [online] http://www.se.gov.br/index/leitura/id/725/Caracterizacao_do_Territorio.htm.(acessado 11 março 2010).
- Sergipe (2008). *Plano de desenvolvimento preliminar do arranjo produtivo de apicultura sergipana*. Núcleo Estadual de Arranjos Produtivos Locais, Aracaju, Sergipe.
- Silva, F. H. M. (2007). *Contribuição à palinologia das caatingas*. Tese de doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Silva, E. A. (2010). Apicultura sustentável: produção e comercialização de mel no sertão sergipano. Dissertação de Mestrado. São Cristóvão. Universidade Federal de Sergipe.
- Souza, E. B. (2008). Estudos sistemáticos em *Mitracarpus* (Rubiaceae – Spermaceae) com ênfase em espécies brasileiras. Tese de Doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Souza, V. C. & 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.
- Stockmarr, J. (1971). Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13, 615–621.
- Terrab, A., Castrillón, B. V. & Dapena, M. J. D. (2001). Pollen analysis of honeys from the Gharb region (NW Morocco), *Grana*, 40, 210–216.
- Wiese, H. (1985). *Novo Manual de Apicultura*. Porto Alegre: Agropecuária.
- Winston, M. L. (1991). *The biology of the honey bee*. Cambridge: Harvard University Press.

CAPÍTULO 2

**Botanical biodiversity in honey samples from the
semiarid region of Sergipe state, Brazil***

* Manuscrito submetido na revista *Journal of Arid Land*.

RESUMO

A análise do conteúdo polínico dos produtos apícolas visa, sobretudo, determinar a origem das fontes florais utilizadas pelas abelhas na elaboração desses produtos. No presente trabalho, foi realizado a análise palinológica de amostra de méis de *Apis mellifera* de uma área do semiárido do estado de Sergipe, Brasil, com o objetivo de identificar a sua origem botânica e possíveis marcadores geográficos. O sedimento polínico de 20 amostras foi acetolisado e para a determinação da classe de frequência do tipo polínico em cada amostra analisada, 500 grãos de pólen foram contados e agrupados nas seguintes categorias: pólen dominante (>45%), pólen acessório (16-45%), pólen isolado importante (3-15%), pólen isolado ocasional (1-3%) e pólen traço (<1%). A frequência de ocorrência dos tipos polínicos no conjunto amostral foi estabelecida, sendo muito frequente (>50%), frequente (20-50%), pouco frequente (10-20%) e raro (<10%). Foram identificados 72 tipos polínicos (26 famílias). A família mais diversa em tipos polínicos foi Fabaceae, com 23 tipos polínicos, seguida de Asteraceae (10), Rubiaceae (7) e Euforbiaceae (4). *Mimosa tenuiflora* foi o tipo polínico mais frequente, ocorrendo em 90% das amostras. Pólen dominante foi registrado em 12 amostras, representados pelos tipos: *M. tenuiflora* e *M. arenosa* em 5 e 3 amostras, respectivamente; *Alternanthera*, *Angelonia*, *M. acutistipula* e *Vernonantura* em apenas uma amostra. Como pólen acessório, foram encontrados: *Alternanthera* (em 4 amostras) *Angelonia*, *Borreria verticillata*, *Eremantus*, *M. tenuiflora*, *Mitracarpus hirtus*, *Vernonanthura* (2 amostras) e *M. pudica/sensitiva*, *M. somnians* e *Mitracarpus frigidus* (1 amostra). Todas as amostras foram caracterizadas como méis heteroflorais. Destacou-se a participação de tipos polínicos relacionados a *Mimosa* (Fabaceae) na composição do mel da região estudada. Tipos polínicos específicos da caatinga do semiárido brasileiro foram identificados nas amostras: *Mimosa adenophylla*, *M. misera* e *M. ophthalmocentra* (Fabaceae); e *Ziziphus joazeiro* (Rhamnaceae).

Palavras-chave: Melissopalinoologia, *Apis mellifera*, flora apícola, flora nativa, tipos polínicos, *Mimosa*

ABSTRACT

The analysis of the pollen content of apicultural products has the main objective of identifying the origin of the floral sources used by bees in the preparation of these products. In the current study we conducted a palynological analysis of *Apis mellifera* honey samples from a semiarid region in Sergipe state, Brazil, with the objective of identifying their botanical origins and possible geographical markers. The pollen sediment of 20 samples was processed using the acetolysis method. To determine the frequency class of the pollen types in each sample analyzed, 500 pollen grains were counted and grouped in the following categories: predominant pollen (>45%), secondary pollen (16-45%), important minor pollen (3-15%), minor pollen (1-3%) and trace pollen (<1%). The frequency of occurrence of the pollen types in the set of samples was also determined, with the classes very frequent (>50%), frequent (20-50%), infrequent (10-20%) and rare (<10%). A total of 72 pollen types corresponding to 26 botanical families were identified. The family most diverse in pollen types was Fabaceae, with 23 pollen types, followed by Asteraceae (10), Rubiaceae (7) and Euforbiaceae (4). *Mimosa tenuiflora* was the most frequent pollen type, occurring in 90% of the samples. Predominant pollen was recorded in 12 samples, being represented by the types: *M. tenuiflora* and *M. arenosa* in 5 and 3 samples, respectively; and *Alternanthera*, *Angelonia*, *M. acutistipula* and *Vernonantura* in a single sample each. As secondary pollen we found: *Alternanthera* (in 4 samples) *Angelonia*, *Borreria verticillata*, *Eremantus*, *M. tenuiflora*, *Mitracarpus hirtus*, *Vernonanthura* (2 samples) and *M. pudica/sensitiva*, *M. somnians* and *Mitracarpus frigidus* (1 sample). All samples were characterized as heterofloral honeys. Noteworthy was the prominence of pollen types related to *Mimosa* (Fabaceae) in the composition of the honey from the study area. The following pollen types specific of the caatinga vegetation of the semiarid region of Brazil were identified in the samples: *Mimosa adenophylla*, *M. misera* and *M. ophthalmocentrica* (Fabaceae); and *Ziziphus joazeiro* (Rhamnaceae).

Keywords: Melissopalynology, *Apis mellifera*, apicultural flora, native flora, pollen types, *Mimosa*

INTRODUCTION

Bees occupy a prominent position among the flower visitors and pollinators in tropical regions. They are the main agents of the pollination process. Bees are completely dependent on flowering plants to obtain their sustenance, chiefly pollen and nectar to nourish adults and larvae (Santos *et al.*, 2005).

The native flora of the semiarid region of Brazil is a rich and very important source of forage to the bees that occur in the region. In this area *Apis mellifera* L., 1758 is the main honey bee species (Santos *et al.*, 2006). Characterized as possessing intensive foraging activity in the collection of pollen, this bee is generalist, exploring and adapting to a diversity of environments with distinct characteristics (Koppler *et al.*, 2007).

Because the use of the natural resources in the semiarid region of Brazil is still based on processes of merely extraction of natural resources without adequate management, irrecoverable losses of the floristic and faunistic diversity are already a reality in the region (Araújo-Filho and Carvalho, 1997). Souza (2002) emphasized that products resulting from the foraging activities of bees (such as honey, propolis and pollen) represent both an economic and ecologically sustainable alternative for the use of natural resources, since the first requisite for the sustainability of apiculture is the preservation of the natural vegetation, because without flowers the production of honey and other bee products is simply not possible.

The analysis of the pollen content of apicultural products has the objective of identifying the place of origin of the flower sources used by the bees to prepare these products (Bryant and Jones, 2001). It also makes possible to discover the botanical and geographical origin of honey samples (Louveaux *et al.*, 1978).

The contribution of the scientific-technical melissopalynology may be useful in commercial transactions, certifying the differentiation of honey for its floral origin, an added value that certainly should not be wasted (Pires *et al.*, 2009). Moreover, melissopalynology also allows scientists to infer the vegetation present in an area, and to date and ascertain any biodiversity changes, as for example the presence and distribution of invasive and/or exotic plants (Feás *et al.*, 2010ab, Estevinho *et al.*, 2012)

The richness of pollen types found in the honey produced in the semiarid region of Brazil is linked to the floristic diversity of this region, in special due to the bees using the native flora for the preparation of their products. Many species of the flora are endemic to

specific areas, what confer to them the potential to be used as good geographical markers (Santos *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2006).

We performed palynological analysis of honey samples from the Alto Sertão Sergipano region, an area of the semiarid region of Brazil where there is a high production of this apicultural product, with the objective of identifying the pollen spectrum found in *Apis mellifera* honey samples produced in this region, and to determine the possible geographical provenance associated to the pollen types found.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The study area encompasses the Alto Sertão Sergipano region (Fig. 1), located in the northeast of Sergipe state, with an area of 4,900.686 km² and including seven municipalities: Canindé do São Francisco (CSF), Gararu, Monte Alegre de Sergipe (MAS), Nossa Senhora da Glória (NSG), Nossa Senhora de Lourdes, Poço Redondo (PR), and Porto da Folha (PF). This region is characterized by a semiarid climate with seven to eight months of drought per year, temperatures which are always higher than 18 °C, and by a scarce and irregular rain pattern – a common feature of the whole semiarid region of Brazil, where the rains are not only concentrated in a short period of time, but also display cyclical and aleatory variations (Santos, 2010). The semiarid region of Sergipe state and the immediate surrounding region are characterized by their proximity to the ocean and by the adjacency to the São Francisco river, the second largest river in Brazil (Brasil, 2006).

The predominant vegetation is Caatinga, a biome that covers most of the semiarid region of Northeastern Brazil. The local flora is quite diverse, as can be inferred from the inventory of the collection of the Herbarium of Sergipe Federal University (ASE), with over 450 species catalogued. There is also a considerable number of endemic species, such as *Croton argyrophylloides* Mull. Arg. (Euphobiaceae), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett (Burseraceae), *Spondia tuberosa* Arruda Cam. (Anacardiaceae), *Chamaecrista swainsonii* (Benth.) Irwin & Barneby and *Senna rizzinii* Irwin & Barneby (Fabaceae) (Giulietti *et al.*, 2002).

Palynological Analysis

We analyzed 20 *Apis mellifera* honey samples originating from five municipalities of the Alto Sertão Sergipano region: Canindé do São Francisco, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo and Porto da Folha (Table I). The remaining two municipalities of the region, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes, were not sampled due to the lack of available samples. The samples were obtained between 2008 and 2010 from apiculturists, apicultural cooperatives and some samples were obtained from the Laboratory of Food Research of the Institute of Technology and Research, Tiradentes University, Aracaju, Sergipe.

The palynological analyses followed the methodology of Louveaux *et al.* (1978) as adapted by Jones and Bryant (2004). Ten grams of honey were dissolved in 10 ml of warm water, to which was added 50 ml of an 95% ethanol solution. The solution was centrifuged for 10 min. at 2,500 rpm. The pollen sediment was prepared using the acetolysis method (Erdtman, 1960) and mounted in permanent slides with glycerine jelly.

A total of 500 pollen grains were counted in order to determine the frequency class of the pollen types. The pollen types were classified according to the categories defined by Louveaux *et al.* (1978) according with their number of pollen grains for sample: predominant pollen (>45%), secondary pollen (16-45%), important minor pollen (3-15%), minor pollen (1-3%) and trace pollen (<1%). The frequency of occurrence of the pollen types in the set of samples followed the classification of Jones and Bryant (1996): very frequent (>50%), frequent (20-50%), infrequent (10-20%) and rare (<10%).

For the calculation of the pollen concentration in the honey samples (Moar, 1985; Jones and Bryant, 1996), spores of *Lycopodium clavatum* L. were added as a foreign marker (Stockmarr, 1971). The concentration of pollen grains in 10 g of honey was estimated for each sample, and the results were grouped into five categories (Maurizio, 1975): category I (<20,000 pollen grains), category II (20,000-100,000), category III (100,000-500,000), category IV (500,000-1,000,000) and category V (> 1,000,000).

Additionally, a analysis of similarity among the samples investigated was performed using the software PAST – Palaeontological Statistics, Ver. 1.84 (Hammer *et al.*, 2001). The Jaccard similarity coefficient was used because this coefficient does not consider shared absence as evidence of similarity. Only information of presence/absence of pollen types in the samples was used in the analysis.

The pollen types were identified following the recommendations of Santos (2011), with the aid of slides deposited in the collection of the Laboratory of Plant Micromorphology (LAMIV-UEFS), and also with the aid of available pollinic catalogues, the principal ones those of Palácios *et al.* (1991), Roubik and Moreno (1991), Carreira and Barth (2003), Melhem *et al.* (2003) and Silva (2007); Lima *et al.* (2008) for the *Mimosa* species from the semiarid region of Brazil, and Souza (2008) for *Mitracarpus* species.



Figure 1. State of Sergipe Brazil, sampled municipalities of the Alto Sertão Sergipano region are hatched. Adapted from Digital Atlas - SRH, 2004.

RESULTS

A total of 72 pollen types were recognized in the samples. The pollen types identified in the analyzed honey samples could be distributed in 26 families (Fig. 2; Tab 1).

It was not possible to determine the botanical affinity of 22 pollen types, present in the frequency classes important minor pollen (3-15%) in two samples, minor pollen (1-3%) in three samples and trace pollen ($\leq 1\%$) in eight samples. For eleven samples the full range of pollen types could be completely determined taxonomically.

The families that occur in more than 50% of the honey samples include: Fabaceae and Rubiaceae which were found in all samples, Amaranthaceae and Asteraceae found in 85% of the samples, Plantaginaceae in 75% of the samples and Lamiaceae in 65% of the samples. Fabaceae was the family which displayed the highest pollen diversity, with 23 pollen types, followed by Asteraceae (10), Rubiaceae (7) and Euforbiaceae (4).

Six pollen types were recorded as predominant pollen in 12 samples: *Mimosa tenuiflora* and *M. arenosa* in five and three samples, respectively; and *Alternanthera*, *Angelonia*, *M. acutistipula* and *Vernonanthura* in a single sample each. Nine pollen types were classified as secondary pollen: *Alternanthera* on four samples; *Angelonia*, *Borreria verticillata*, *M. tenuiflora*, *Mitracarpus hirtus*, *Eremanthus* and *Vernonanthura* (2 samples); and *M. pudica/sensitiva*, *M. somnians* and *Mitracarpus frigidus* (one sample).

Relative to the frequency of occurrence of the pollen types in the samples (Tab 2), seven were classified in the very frequent category ($>50\%$), with *Mimosa tenuiflora* the most frequent type, occurring in 90% of the samples.

A low concentration of pollen was found in the honey samples analyzed. In 13 samples (68.4%) the estimated pollen concentration was classified in the category I, and five samples (26.3%) in category II. Only one sample could be classified in category III, with an estimated 116,143 pollen grains in 10 g of honey. In one of the samples analyzed the foreign marker could not be counted because it was absent during the pollen countings, although its presence in the sample was confirmed. Thus it was not possible to infer the concentration of pollen grains in this honey sample.

Honey samples from the municipalities investigated displayed large variability in the diversity of pollen types. In PR samples pollen types ranged from 9 to 27, the highest figures; in PF samples, they ranged from 8-26; in CSF 10 to 17, and in MAS samples, 8 to 16 pollen types. The municipality of Nossa Senhora da Gloria had only one sample

analyzed with 19 pollen types. So, the most diverse sample came from PR where 27 pollen types were identified, and the less diverse one came from PF and MAS with eight pollen types each (Tab 2).

The similarity analysis among the honey samples from the Alto Sertão Sergipano region did not result in a grouping of the samples per municipality (Fig 3). According with the analysis, samples from Poço Redondo (PR) and Porto da Folha (PF) are generally placed together forming branches of the dendrogram (Fig 3), point to their pollen similarity.

The samples PF09 and MAS02, belonging to neighboring municipalities, were the samples displaying the highest similarity index, with 78%. These samples were also the ones with the lowest diversity of pollen types – eight types, with seven being common to both samples. On the other hand the sample PR01 displayed the lowest overall similarity to the remaining samples, only approximately 20%; this was the sample with the highest diversity of pollen types – 27 pollen types. Included in the PR01 sample were eight pollen types classified in the “rare” frequency class, with five pollen types exclusive to this sample – *Bidens*, *Mimosa misera*, *Portulaca*, *Richardia* and *Syagrus*.

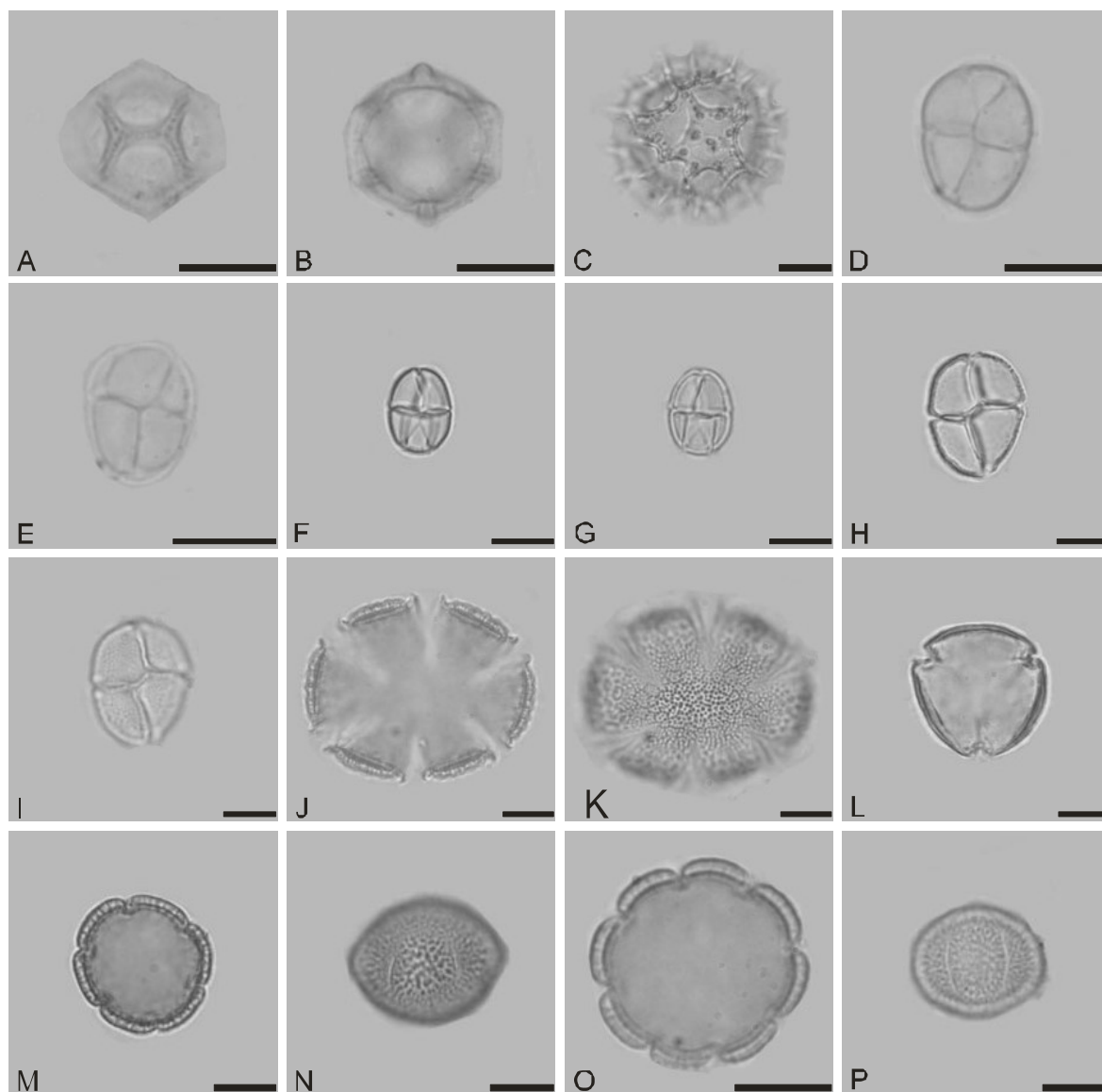


Fig. 2. Photomicrographs of some pollen types found in *Apis mellifera* L. honey samples from the Alto Sertão Sergipano region, Sergipe, Brazil. **A-B.** Amaranthaceae: *Alternanthera*. **C.** Asteraceae: *Vernonanthura*. Fabaceae: **D-E.** *Mimosa acutistipula*. **F-G.** *Mimosa arenosa*. **H-I.** *Mimosa tenuiflora*. **J-K.** Lamiaceae: *Hyptis*. **L.** Rhamnaceae: *Ziziphus joazeiro*. Rubiaceae: **M-N.** *Borreria verticillata*. **O-P.** *Mitracarpus hirtus*. (Scale bars = 10 μ m).

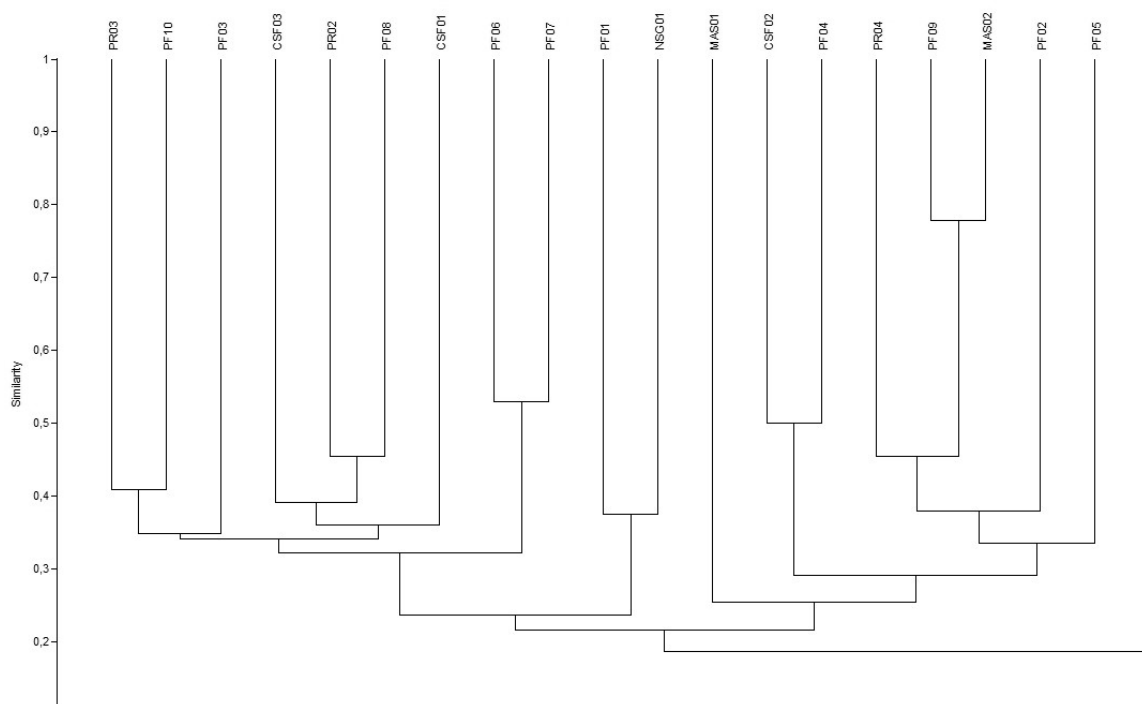


Fig. 3. Dendrogram of similarity among the honey samples from the Alto Sertão Sergipano region, Sergipe, Brazil. Municipalities: Canindé do São Francisco (CSF), Poço Redondo (PR), Porto da Folha (PF), Monte Alegre de Sergipe (MAS) and Nossa Senhora da Glória (NSG).

Table 1. Melissopalynological analysis of honey samples from the municipalities of the Alto Sertão Sergipano region, Brazil.

Municipalities: Canindé do São Francisco (CSF), Poço Redondo (PR), Porto da Folha (PF), Monte Alegre de Sergipe (MAS) and Nossa Senhora da Glória (NSG).

	CSF	PR	PF	MAS	NSG
No samples	3	4	10	2	1
No of pollen types (range)	10-17	9-27	8-26	8-16	19
Families/pollen types	13/23	15/37	22/51	12/18	8/20
Unidentified pollen types	4	5	13	---	---
Fabaceae pollen types	6	12	16	5	8
Predominant pollen types	<i>Alternanthera</i>	<i>Mimosa arenosa</i> , <i>M. tenuiflora</i>	<i>Angelonia</i> , <i>M. acutistipula</i> , <i>M. tenuiflora</i> , <i>Vernonanthura</i>	<i>M. arenosa</i>	---
Secondary pollen types	<i>Alternanthera</i> , <i>M. tenuiflora</i> , <i>Mitracarpus frigidus</i> , <i>Mitracarpus hirtus</i> , <i>Vernonanthura</i>	<i>Angelonia</i> , <i>M. somnians</i>	<i>Alternanthera</i> , <i>Borreria verticillata</i> , <i>Eremanthus</i>	<i>Angelonia</i> , <i>Borreria</i> <i>verticillata</i>	<i>M. pudica/sensitiva</i> , <i>Mitracarpus hirtus</i>
Pollen types common to all municipalities	<i>Alternanthera</i> , <i>M. tenuiflora</i> , <i>Commelina erecta</i>	<i>Angelonia</i>	<i>M. tenuiflora</i>	<i>Alternanthera</i> , <i>Angelonia</i> , <i>M. tenuiflora</i> , Poaceae, <i>Borreria</i> , <i>Verticillata</i> , <i>Vernonanthura</i>	--
Pollen concentration range	7.055-116.143	6.104- 26.247	2.615- 65.433	9.394- 45.324	55.637
Caatinga pollen marker	--	<i>M. adenophylla</i> , <i>M. misera</i>	<i>Ziziphus joazeiro</i>	--	<i>M. ophtalmocentra</i>

Table 2. Frequency class and frequency of occurrence of pollen types in the honey samples from Alto Sertão Sergipano region, Sergipe, Brazil.

Municipalities: Canindé do São Francisco (CSF), Poço Redondo (PR), Porto da Folha (PF), Monte Alegre de Sergipe (MAS) and Nossa Senhora da Gloria (NSG).

Frequency class: D – predominant pollen (>45%), S – secondary pollen (16-45%), I – important minor pollen (3-15%), m – minor pollen (1-3%), + - trace pollen (< 1%).

Frequency of occurrence (FO): VF - very frequent (>50%), F - frequent (>20-50%), IN- infrequent (>10-20%) and R - rare (<10%).

Pollen types	Honey samples																				FO
	CSF 01	CSF 02	CSF 03	PR 01	PR 02	PR 03	PR 04	PF 01	PF 02	PF 03	PF 04	PF 05	PF 06	PF 07	PF 08	PF 09	PF 10	MA S 01	MA S 02	NSG 01	
Amaranthaceae																					
<i>Alternanthera</i>	m	D	S		I	+	I	m	+	I		I	+	S	S	S	m	I	I		VF
<i>Amaranthus</i>			+							+				+							IF
Anacardiaceae																					
<i>Schinus</i>		+										+									IN
Arecaceae																					
<i>Cocos nucifera</i>																				+	R
<i>Syagrus</i>				+																	R
Asteraceae																					
Asteraceae					m																R
<i>Ageratum</i>																				+	R
<i>Aspilia</i>								m												+	IN
<i>Baccharis</i>			m																		R
<i>Bidens</i>				+																	R
<i>Dasyanthina</i>					I																R
<i>Eremanthus</i>				+						S							S				IF
<i>Mikania</i>	I			m	+	+			+	m					+		m			+	F
<i>Sphagneticola</i>				+		m				+			m		I		+				F
<i>Vernonanthura</i>	S		m	+		m		D	+		+		I	I	S	+		+	+	I	VF
Begoniaceae																					
<i>Begonia</i>																			I		R

Table II. Continued

Pollen types	Honey samples																				FO	
	CSF 01	CSF 02	CSF 03	PR 01	PR 02	PR 03	PR 04	PF 01	PF 02	PF 03	PF 04	PF 05	PF 06	PF 07	PF 08	PF 09	PF 10	MA S 01	MA S 02	NSG 01		
<i>Mimosa arenosa</i>					m	D	D		+		+		m	+	m	I	I		D		VF	
<i>Mimosa gemmulata</i>											+										R	
<i>Mimosa invis</i>			m									+			+						IF	
<i>Mimosa misera</i>				+																	R	
<i>Mimosa opthalmocentra</i>																					m	R
<i>Mimosa pudica/sensitiva</i>				I			I	+				+		+		m			+		S	F
<i>Mimosa quadrivalvis</i>																					+	R
<i>Mimosa somnians</i>				S			+		+				+						+		+	F
<i>Mimosa tenuiflora</i>	S	+	S		D		I	m	+	I	D	I	D	D	+	D	I	+	I	I	I	VF
<i>Mimosa verrucosa</i>								+													I	IN
<i>Phaseolus</i>	I																m					IN
<i>Piptadenia stipulacea</i>																			+			R
<i>Senna</i>	I		+		m	+		I		m			+	m	m		I					F
<i>Stylosanthes</i>			+	+													m					IF
Lamiaceae																						
<i>Hyptis</i>	m		m	+	+	+		I		I		+	I		+		I	+		m	VF	
<i>Salvia</i>				I													+					IN
Malpighiaceae													+									R
Malvaceae																						
<i>Waltheria</i>																	+	+				IN
Melastomataceae																						
Melastomataceae	+		+		m										m			I				F
<i>Miconia</i>				m					+													IN
Myrtaceae																						
<i>Myrcia</i>	+			+											+		+					IF

Table II. Continued

Pollen types	Honey samples																				FO	
	CSF 01	CSF 02	CSF 03	PR 01	PR 02	PR 03	PR 04	PF 01	PF 02	PF 03	PF 04	PF 05	PF 06	PF 07	PF 08	PF 09	PF 10	MA S 01	MA S 02	NSG 01		
<i>Psidium</i>										m												R
Nyctaginaceae																						
Nyctaginaceae												+										R
Plantaginaceae																						
<i>Angelonia</i>		m	+	S	+	m	m		D	+	m	m			m	+	+	S	+			VF
Poaceae																						
Poaceae		+		+	+						+	+	+					I	+			F
Polygalaceae																						
<i>Polygala</i>											+											R
Portulacaceae																						
<i>Portulaca</i>				+																		R
Rhamnaceae																						
<i>Ziziphus joazeiro</i>											I			m	I			I				IF
Rubiaceae																						
<i>Borreria</i> I	I																				I	IN
<i>Borreria</i> II									I		m							m				IF
<i>Borreria verticillata</i>				I				+	S	+		I				+	m	S	m	m		F
<i>Mitracarpus frigidus</i>		+	S								m	m					m					F
<i>Mitracarpus hirtus</i>			S	I	I	m		I		I			m	I	I		m				S	VF
<i>Mitracarpus salzmanniauis</i>							+															R
<i>Richardia</i>				+																		R
Sapindaceae																						
<i>Serjania</i>	I		+		+		+				+	+		+								F
Solanaceae																						
<i>Solanum</i>	+			+					m	I		+	+	I		+					+	F

DISCUSSION

The pollen spectrum found in the honey produced by *Apis mellifera* in the Alto Sertão Sergipano region displayed a considerable diversity of pollen types, the majority of which belong to the flora native to the semiarid region. Some of the pollen types identified belong to species endemic to the semiarid region of Brazil, in special of the caatinga vegetation, and the pollen types of these species are therefore regarded as important geographic markers of the honey from this region. Some of these endemic species are *Mimosa adenophylla* Taub. var. *armandiana* (Rizzini) Barneby, *M. misera* Benth. and *M. ophthalmocentrica* Benth. from the family Fabaceae; and *Ziziphus joazeiro* Mart. from the family Rhamnaceae (Giulietti *et al.*, 2002; Queiroz, 2002).

Additionally, the local flora is well represented in the pollen spectrum, with pollen types from the main families found in the area being observed in the samples. For example Fabaceae has a prominent position in the inventory of the local flora, being the family with highest species richness in the Caatinga and with the largest number of endemic species (Giulietti *et al.*, 2002). The participation of Fabaceae in the pollen spectrum of the honey samples of the region was quite significant, with emphasis not only on the number of types found but also in their widespread occurrence in the samples.

Honey samples analyzed were characterized as possessing a low concentration of pollen grains, with the majority of the samples distributed in the category I. In studies using honey samples from Bahia state which also belongs to the Northeastern region of Brazil, the concentration of pollen grains in the samples was also found to be low (Oliveira, 2009). In the sample originating from the municipality CSF, on which the exotic marker was not counted due to its absence in the counting areas, the pollen content resulting from the acetolysis process was quite voluminous, maybe because of it was manually collected, characterizing this sample as squeezed honey.

Investigations of honey samples from the Northeastern region of Brazil have revealed that the main pollen types of this region belong to Asteraceae, *Croton*, *Eucalyptus*, *Mimosa* (spp.) and *Piptadenia moniliformis* (Barth, 2004). In the honey samples from the Alto Sertão Sergipano region we found pollen types belonging to Asteraceae, *Croton* and many types from the genus *Mimosa*, with the latter being the genus of highest representability, and together with the pollen types from the family Asteraceae, it found in all the municipalities investigated.

In spite of the high diversity of pollen types identified in the samples, only four types were found in all the municipalities investigated – *Hyptis*, *Mimosa tenuiflora*, *Mitracarpus hirtus* and *Vernonanthura*. These plant species are therefore regarded as the main botanical sources of resources used by *Apis mellifera* when foraging in the Alto Sertão Sergipano region. Among these plant species, *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir. is a very important source of pollen, whereas the remaining species are representative of nectar-producing plants (Brandão *et al.* 1993; Freitas and Silva, 2006).

When evaluating the data to determine the final diagnosis of the samples, it is important to know the pollen-nectar relationship of the plants identified in the honey samples. Thus, taking in account this relationship and the indexes to consider honey as monofloral as defined in some studies (Louveaux *et al.*, 1978), the honey samples analyzed in this study were characterized as heterofloral, confirming earlier studies (*e.g.*, Noronha, 1997; Aires and Freitas, 2001) that have shown that 85% of the honey produced in the Northeastern region of Brazil are prepared from nectar of more than one plant species.

Ramalho *et al.* (1985) affirm that the species whose pollen types have over 10% of representability are indeed important as food sources for the bees. With basis on this argument, in the honey samples analyzed in this study a total of 16 pollen types distributed in seven families were identified as being the main food sources used by *Apis mellifera*. The families that have contributed the most as foods sources for the bees were: Amarantaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Plantaginaceae and Rubiaceae, with Fabaceae having the highest representability.

Fabaceae occupied a prominent position as an important source of floral resources for bees in the Alto Sertão Sergipano region, because this family had the highest pollen representability in all of the sampled municipalities, confirming the findings of other authors which have analyzed different apicultural products originating in other areas of the semiarid region of Northeastern Brazil (Ramalho *et al.*, 1990; Lima, 2007, Oliveira, 2009; Novais *et al.*, 2009). Santos *et al.* (2006) prepared a list of plants from the semiarid region that have apicultural relevance, and Fabaceae was the family with the largest number of species in this list, 74 of the 687 species listed. In this study Fabaceae composed 32.8% of the pollen types found in the samples analyzed. The importance of Fabaceae for the bees has also been described by several authors in other areas of the semiarid region of Brazil (*e.g.* Aguiar *et al.*, 1995; Queiroz, 2006; Santos *et al.*, 2006).

According to Santos (2009), in an inventory of the plants of apicultural relevance found in the municipality Poço Redondo – Sergipe state, Fabaceae was the most important family, corresponding to 25.7% of the apicultural plant species. In the palynological analyzes of this municipality 32.4% of the pollen types identified belong to Fabaceae, and in three out of the four samples analyzed the Fabaceae pollen types were classified as predominant pollen.

Pollen types belonging to the genus *Mimosa* had the highest representability. Not only a large variety of pollen types were identified as belonging to this genus, but *Mimosa* pollen types also occurred in all municipalities and all samples analyzed. The pollen grain of plants belonging to *Mimosa* are frequently found in apicultural products because the genus is a very important resource for the bees, and *Mimosa* species have an extensive distribution in the semiarid region of Brazil (Queiroz, 2009). *M. arenosa* Poir. and *M. tenuiflora* stand out as sources for foraging bees in the study area.

Twelve *Mimosa* pollen types were identified, occurring in all frequency classes. The types *M. arenosa* and *M. tenuiflora* were characterized as predominant pollen in three and five samples respectively, and both were very frequent (>50%) in the samples analyzed. The type *M. arenosa* occurred as predominant pollen in two samples in the municipality PR and in one sample in the municipality MAS. Studies with honey samples from a caatinga region of Bahia state found this pollen type in all the samples analyzed, and being characterized as predominant pollen in 23.52% of the samples (Oliveira *et al.*, 2010).

The type *M. tenuiflora* was characterized as predominant pollen in one sample from the municipality PR and in four samples from PF. It was very frequent, occurring in 90% of the samples analyzed and found in all the municipalities sampled. Studies with honey samples from other regions of Northeastern Brazil have also found the *M. tenuiflora* type to be very frequent: in 88. 23% of samples in a study in Bahia state (Oliveira *et al.*, 2010) and in 78.5% of samples in a study in Ceará state (Aires and Freitas, 2001). According to Freitas and Silva (2006), *Mimosa tenuiflora* is very common in the Northeastern region of Brazil and supply nectar and pollen to bees. Ramirez-Arriaga *et al.* (2011) analyzed honey samples from Oaxaca, a subtropical region of Mexico with savanna as the main vegetation type, and also identified *M. tenuiflora* as one of the major pollen types, occurring as predominant pollen in 45. 2 to 77% of the samples analyzed, and also as secondary pollen in other samples.

Asteraceae was the second most diverse family in number of pollen types (10) found in the honey samples analyzed, being found in all municipalities sampled. Moreover, the pollen type *Vernonanthura* (= *Vernonia* in some studies) was very frequent in the samples, being identified in 70% of the samples, and characterized as predominant pollen in one sample from the municipality PF. According to Andrada and Tellerría (2002), Asteraceae is one of the families which are well represented in honey samples, due to being rich in species and frequently visited by social bees in different regions.

The family Rubiaceae was also an important contributor of pollen types in the honey samples analyzed, with seven pollen types in total. Pollen from Rubiaceae was found in all the municipalities sampled. This family include plants which are good sources of nectar.

Mitracarpus hirtus and *Borreria verticillata* had frequency of 55 and 50% respectively, attesting their importance to bees for production of honey. Santos *et al.* (2005) point *B. verticillata* as one of the species vital for apiculture in the Northeastern region of Brazil, identifying nectar as its major floral resource.

The pollen type *Alternanthera* (Amaranthaceae) was also very frequent in the samples analyzed, occurring in 85% of them and being predominant pollen in the sample from the municipality CSF. It is thus possible to infer that the plant species characterized by this pollen type are good sources of resources for bees in the Alto Sertão Sergipano region. The species from this genus, such as *Alternanthera brasiliana* (L.) Kunt., are not very attractive and/or produce little nectar, but they can become species of interest for the bees when they are abundant or very dense in some places, thus becoming very compensatory when bees visit these patches (Freitas and Silva, 2006).

Santos *et al.* (2005) prepared a list of thirteen species vital for apiculture in the Northeastern region of Brazil. Of these, three had their pollen type identified in the samples analyzed: *Borreria verticillata* (L.) G. Mey., *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir. and *Ziziphus joazeiro* Mart. Other three types displayed botanical affinity at the genus level – *Croton*, *Hypis* and *Richardia* – which can correspond to the species listed by Santos *et al.* (2005): *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. and *Richardia grandiflora* (Cham. and Schltld.) Steud. The authors consider that these species effectively have high significance for the production of honey in the Northeastern region of Brazil, and deserve a differentiated treatment in the management and reforestation of the areas in which apiculture can be an important factor for their economic and social development.

The similarity among the honey samples analyzed, with samples not being grouped per municipality, demonstrate that the honey samples analyzed are practically homogeneous, with the differences being accounted by the presence/absence of the less frequent pollen types among the samples, some pollen types identified only once in the samples analyzed and occurring as important minor pollen, occasional or trace pollen. The slight differences observed may also be related to the presence of pollen types associated with endemic species found in the different municipalities. It is thus possible to infer that the resources used by bees in the municipalities investigated are common to the whole Alto Sertão Sergipano region, and the differences found might be related to the flowering times of the different plant species.

CONCLUSIONS

The pollen spectrum found in honey samples from Alto Sertão Sergipano (Sergipe, Brazil) revealed the diversity of plants visited by *Apis mellifera* in their search of floral resources. Most pollen types found have affinity with plant species native to the region, mainly to Caatinga vegetation. Some of these pollen types are originated from endemic plants, which define their botanical. Honey samples analyzed can be labeled as organic honey produced in Brazilian semiarid region.

ACKNOWLEDGEMENTS

To CNPq for granting a master's degree scholarship to the first author and for conceding a productivity grant to FARS; to the apiculturists, to Sebrae/SE and to the Laboratory of Food Research of the Institute of Technology and Research (Tiradentes University) for donating the honey samples used in this study. To the Program of Post-Graduation in Botany and to the Laboratory of Plant Micromorphology of the State University of Feira de Santana for allowing the use of their facilities for the execution of this research.

REFERENCES

- Aguiar C M L, Martins C F, Moura A C A. 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). *Revista Nordestina de Biologia*, 10 (2): 101–117.
- Aires E R B, Freitas B M. 2001. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do estado do Ceará. *Ciência Agronômica*, 32(1/2): 22–29.
- Andrada A C, Tellería M C. 2002. Botanical origin of honey from south of Cáldeen district (Argentina). *Grana*, 41: 58–62.
- Araújo-Filho J A, Carvalho F C. 1997. Desenvolvimento sustentado da caatinga. Sobral: EMBRAPA-CNPC. Circular técnica, 13.
- Barth O M. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bee. *Scientia Agricola*. Piracicaba, 61(3): 342–350.
- Borges R L B, Lima L C L, Oliveira P P, *et al.* 2006. O pólen no mel do semi-árido brasileiro. In: Santos F A R. *Apium Plantae*. Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido, 103–118
- Brandão M, Bastos E M, Silveira F R C. 1993. Inventário da flora apícola do município de São Gonçalo do Rio Abaixo, MG. *Daphne*, 3(3), 24–33.
- Brasil. 2006. Desenvolvimento Territorial no Alto Sertão Sergipano: diagnóstico, assentamentos de reforma agrária e propostas de política. Aracaju: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 16–20.
- Bryant Jr V M, Jones G D. 2001. The r-values of honey: pollen coefficients. *Palynology*, 25: 11–28.
- Carreira L M M, Barth O M. 2003. Atlas de pólen da vegetação de Canga da Serra de Carajás (Pará, Brasil). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 39: 561–564.
- Estevinho M L, Feás X, Seijas J A, Vázquez-Tato M P. 2012. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food and Chemical Toxicology*: 50, 258–264
- Feás X, Pires J, Estevinho M L, Iglesias A, Pinto de Araujo J P. 2010a. Palynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-Douro e

- Minho region of Portugal. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1255–1262.
- Feás X, Pires J, Iglesias A, Estevinho M L. 2010b. Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 3462–3470.
- Freitas B M, Silva E M S. 2006. Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In: Santos F A R. *Apium Plantae*. Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido, 19–32.
- Giulietti A M, Harley R M, Queiroz L P, *et al.* 2002. Espécies endêmicas da Caatinga. In: Sampaio E V S B, Giulietti A M, Virgínio J, *et al.* *Vegetação e Flora da Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 103–118.
- Hammer Ø, Harper D A T, Ryan P D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4, 1–9 [2010-11-15] http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Jones G D, Bryant V M Jr. 1996. Melissopalynology. In: Jansonius J, McGregor D C. *Palynology: Principles and Applications*. Salt Lake City: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundations, 933–938.
- Jones G D, Bryant V M Jr. 2004. The use of ETOH for the dilution of honey. *Grana*, 43(3): 174–182.
- 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 L C L. 2007. Espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae) do semi-árido nordestino: palinologia, fenologia, biologia floral e potencial apícola. Tese de Doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Lima L C L, Silva F H M, Santos F A R. 2008. Palinologia de espécies de *Mimosa* L. (Leguminosae - Mimosoideae) do Semi-Árido brasileiro. *Acta Botanica Brasilica*, 22(3): 794–805.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59(4): 139–157.
- Maurizio A. 1975. Microscopy of honey. In: Crane E. *Honey, a comprehensive survey*. New York: Russak & Co, 240–257.

- Melhem T S, Cruz-Barros M A V, Corrêa A M S, *et al.* 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica*, 16: 1–104.
- Moar N T. 1985. Pollen analysis of New Zealand honeys. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28: 39–70.
- Noronha P R G. 1997. Caracterização de méis cearenses produzidos por abelhas africanizadas: parâmetros químicos, composição botânica e colorimetria. Tese de mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Novais J S, Lima L C L, Santos F A R. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana*, 48(3): 224–234
- Oliveira P P. 2009. Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado da Bahia. Tese de doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Oliveira P P, van den Berg C, Santos F A R. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana*, 49: 1, 66–75
- Palacios C R, Ludlw W R, Villanueva G R. 1991. Flora palinologica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'An Quintana Rôo, México. Chetumal: Centro de Investigaciones Quintana Roo.
- Pires J, Estevinho M L, Feás X, Cantalapiedra J, Iglesias A. 2009. Pollen spectrum and physico-chemical attributes of heather (*Erica* sp.) honeys of north Portugal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 1862–1870.
- Queiroz L P. 2002. Distribuição das espécies de Leguminosae na caatinga. In: Sampaio E V S B., Giulietti A M, Virgínio J *et al.* *Vegetação e Flora da Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 103–118.
- Queiroz L P. 2006. The Brazilian caatinga: Phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: Pennington R T, Lewis G P, Ratter J A *Neotropical dry forests and savannas*. Edinburgh: Royal Botanic Gardens, 121–157.
- Queiroz L P. 2009. *Leguminosas da Caatinga*. Feira de Santana, BA: UEFS/Kew: Royal Botanic Gardens.
- Ramalho M, Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca V L. 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigoniini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: A review. *Apidologie*, 21: 469–488.

- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca V L, Kleinert-Giovannini A, *et al.* 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*, 16 (3): 307–330.
- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo L A, Díaz-Carbajal E. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50: 1, 40–54
- Roubik D W, Moreno J E. 1991. *Pollen and Spores of Barro Colorado*. New York: Missouri Botanical Garden.
- Santos C L. 2010. O Alto Sertão Sergipano: Análise das políticas de desenvolvimento neste “Território Rural”. *Boletim Goiano de Geografia*, 30 (1): 51–67.
- Santos C S. 2009. Diagnóstico da flora apícola para a sustentabilidade da apicultura no estado de Sergipe. Tese de mestrado. São Cristovão: Universidade Federal de Sergipe.
- Santos F A R, Oliveira A V, Lima L C L, *et al.* 2005. Apícolas. In: Sampaio E V S B, Pareyn F G C, Figueroa J M, Santos Jr. A G. *Espécies da flora nordestina com importância econômica potencial*. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 15–26.
- Santos F A R, Oliveira J M, Oliveira P P, *et al.* 2006. Plantas do semi-árido importantes para as abelhas. In: Santos F A R. *Apium Plantae*. Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido, 61–86.
- Santos F A R. 2011. Identificação botânica do pólen apícola. *Magistra*, 23(Esp.): 4–9.
- Silva F H M. 2007. Contribuição à palinologia das caatingas. Tese de doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Souza D C. 2002. Apicultura orgânica: alternativa para exploração da região do semi-árido nordestino. Congresso Brasileiro de Apicultura, Campo Grande. *Anais*, 14:133–135.
- Souza E B. 2008. Estudos sistemáticos em *Mitracarpus* (Rubiaceae – Spermaceae) com ênfase em espécies brasileiras. Tese de Doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Stockmarr J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13(4): 615–621.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O espectro polínico encontrado nas amostras de méis do estado de Sergipe revelou a diversidade de plantas visitadas por *Apis mellifera* na busca de recursos para a sua colméia. Foram encontrados tipos polínicos com afinidade a espécies da flora nativa da região, algumas endêmicas da caatinga, bioma que cobre a maior parte do Estado. As amostras de mel analisados podem ser caracterizadas como mel orgânico, mel típico da região do semiárido brasileiro.

As famílias que mais contribuíram em número de tipos para o espectro polínico foram Asteraceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Myrtaceae e Rubiaceae. Fabaceae foi a família mais representativa e o gênero *Mimosa* foi verificado como o mais importante para a atividade apícola da região.

Em relação à concentração absoluta de grãos de pólen nas amostras, o estudo demonstrou que os méis oriundos dessa região possuem concentrações baixas, sendo a maioria distribuídos entre as categorias I (<20.000 grãos de pólen/10g de mel) e II (20.000-100.000).

Apesar dessa baixa concentração, o que está associado a méis monoflorais, a grande maioria dos méis analisados foram caracterizados como heteroflorais, indicando assim que dificilmente as abelhas utilizam apenas uma fonte floral na sua atividade de forrageamento na região, corroborando com outros estudos que apontam que a maior parte dos méis originados do Nordeste brasileiro são heteroflorais.

A análise de similaridade realizada através de dados de presença/ausência de cada tipo polínico nas amostras não demonstrou a formação de um padrão de distribuição dos tipos nas amostras de mel dos municípios estudados, não agrupando os mesmo de acordo com a sua origem, Conclui-se, assim, que alguns recursos utilizados pelas abelhas nos municípios estudados são comuns a toda o Estado e as diferenças pontuais encontradas, a maioria relacionados a tipos polínicos raros, podem estar relacionadas com a época de floração e conseqüentemente disponibilidade de recursos das plantas.