

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

A Polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por Abelhas (Apidae) na Restinga, BA

MIRIAM GIMENES E CYBELLE DA S. LOBÃO

Depto. Ciências Biológicas, Univ. Estadual de Feira de Santana, km 3, BR 116, 44031-460, Feira de Santana, BA

Neotropical Entomology 35(4):440-445 (2006)

The pollination of *Krameria bahiana* B.B. Simpson for bees in the Coastal Sand Plains of Bahia, Brazil

ABSTRACT - The flowers of *K. bahiana* mainly produce oil as floral resource for their visitors. Oil collecting bees usually show morphological and behavioral adaptation for their collection. This study focused on the analysis of interactions between the flowers of *K. bahiana* and their visiting bees, aiming for the efficiency of the pollination, in an area of the Coastal Sand Plains of Bahia State, Brazil. From February/2001 to February/2002 and from May to October/2002 observations were accomplished about the phenology and morphology of the plants and the floral visitors' behavior. The flowers of the inflorescences are zigomorphic, small sized, pink and present a pair of petals modified in epithelial elaiophores, which are responsible for the production of oil. These flowers were visited especially by bees of the genus *Centris*: *C. leprieuri* Spinola, *C. tarsata* Smith, *C. trigonoides* Lepeletier and *C. pulchra* Moure, Oliveira & Viana. The bees collected only oil in the flowers, by scratching the elaiophores and then transferring it to scopa located on the tibia and basitarsus of the hind legs. During those actions, the bees often contact the reproductive structures of the flowers, resulting in pollination. *C. leprieuri* was the most frequent bee during this study, thus considered the effective pollinator. *Megachile dentipes* Vachal also visited the flowers of *K. bahiana*, collecting only pollen. However, these bees were considered sporadic pollinators because they were not frequent in the flowers of *K. bahiana* in the months of observation.

KEY WORDS: Flower visitor, floral oil, poricidal anther

RESUMO - As flores de *Krameria bahiana* B.B. Simpson produzem principalmente óleo como recurso floral para seus visitantes. Abelhas coletoras de óleo usualmente apresentam adaptações morfológicas e comportamentais para sua coleta. Este estudo teve como objetivo a análise das interações entre as flores de *K. bahiana* e as abelhas visitantes, visando a eficiência da polinização, em uma área de restinga na Bahia. De fevereiro/2001 a fevereiro/2002 e de maio a outubro/2002 foram realizadas observações sobre a fenologia e morfologia das plantas e comportamento dos visitantes florais. As flores das inflorescências são zigomórficas, pequenas, de cor rosa e apresentam um par de pétalas modificadas em elaióforos epiteliais, as quais são responsáveis pela produção de óleo. As flores foram visitadas especialmente por abelhas do gênero *Centris*, *C. leprieuri* Spinola, *C. tarsata* Smith, *C. trigonoides* Lepeletier e *C. pulchra* Moure, Oliveira & Viana. Essas espécies coletam apenas óleo nas flores, raspando os elaióforos, posteriormente transferindo o recurso para a escopa localizada na tibia e basitarso das pernas posteriores. Durante esta ação, as abelhas freqüentemente contam as estruturas reprodutivas das flores, resultando na polinização. *C. leprieuri* foi a abelha mais freqüente durante este estudo, sendo considerada o polinizador efetivo. *Megachile dentipes* Vachal também visitou as flores de *K. bahiana*, coletando apenas pólen. Entretanto, estas abelhas foram consideradas polinizadoras esporádicas por não serem freqüentes nas flores de *K. bahiana* nos meses de observação.

PALAVRAS-CHAVE: Visitante floral, óleo floral, antera poricida

Algumas famílias de plantas apresentam a particularidade de oferecer óleo como recurso floral, o qual é explorado por diversos grupos de abelhas. O sistema de

produção de óleo por essas plantas e sua coleta pelas abelhas requer uma série de adaptações morfológicas de ambos os organismos e adaptações comportamentais das abelhas

(Simpson & Neff 1977).

Abelhas especializadas na extração de óleos florais pertencem às tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapedini da família Apidae, especialmente as fêmeas do gênero *Centris*, que são conhecidas por visitarem plantas produtoras de óleo como Krameriaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Gesneriaceae e Malpighiaceae (Vogel 1974, Neff & Simpson 1981, Simpson & Neff 1981, Simpson 1982, Buchman 1983, Simpson 1989, Vinson *et al.* 1977). Geralmente, as abelhas que utilizam esse recurso apresentam adaptações morfológicas para a coleta e o transporte nas pernas (Roberts & Vallespir 1978, Thorp 1979, Neff & Simpson 1981).

Os representantes da família Krameriaceae oferecem óleo como principal recurso floral a seus polinizadores. A família possui um único gênero, *Krameria*, com cerca de 17 espécies que estão predominantemente representadas em regiões neotropicais e ecologicamente restritas a regiões áridas ou sazonalmente secas das Américas. Segundo Simpson (1989), os primeiros registros de *K. bahiana* no Brasil foram na Bahia em 1987, em dunas arenosas na cidade de Salvador. Segundo os registros atuais do IBAMA, *K. bahiana* está na lista de espécies ameaçadas de extinção, pois é raramente encontrada em situação de campo.

Nas flores de Krameriaceae o óleo é especialmente coletado por abelhas do gênero *Centris*. No ninho esse recurso é misturado ao pólen e utilizado, principalmente, para alimentar as larvas (Simpson 1989). As plantas utilizadas pelas abelhas como fonte de néctar e pólen geralmente apresentam flores diferentes daquelas plantas em que essas abelhas coletam óleo (Faegri & Van der Pijl 1979). Segundo Buchmann (1983) as flores do gênero

Krameria possuem anteras poricidas e os grãos de pólen são expulsos por vibração, dificultando a coleta pela maior parte das abelhas visitantes. Porém, Paloney (1975 in Simpson 1989) observou que abelhas do gênero *Centris* conseguem coletar pólen das flores de *Krameria* através de vibração.

Este trabalho teve como objetivo o estudo das interações entre abelhas e flores de *K. bahiana*, principalmente relacionadas à coleta de óleo, com enfoque na biologia floral e polinização das flores pelas abelhas visitantes em uma área de restinga, em Arembepe, BA.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido, em uma área de restinga, no Sítio Mingú em Arembepe, BA (12°43'42" S e 38°08'49" W). A área é reconhecida como Área de Proteção Ambiental do Rio Capivara, localizada no município de Camaçari. O clima do município é tropical úmido a sub-úmido (CEI 1994). Durante os meses de estudo a temperatura média variou entre 21°C e 28°C e a umidade relativa variou de 76% a 91%. A pluviosidade total anual de 2001 foi de 1.528 mm, e a de 2002 foi de 1.168 mm, sendo o período chuvoso entre março e outubro no primeiro ano de observação e de maio a setembro/02 no segundo ano (Fig. 1) (dados macroclimáticos obtidos junto à CETREL S.A - Empresa de Proteção Ambiental).

A área do sítio Mingú tem aproximadamente 5 ha. Apresenta vegetação bastante preservada, caracterizando-se por cobertura vegetal herbáceo-arbustiva, composta principalmente por espécies de Melastomataceae,

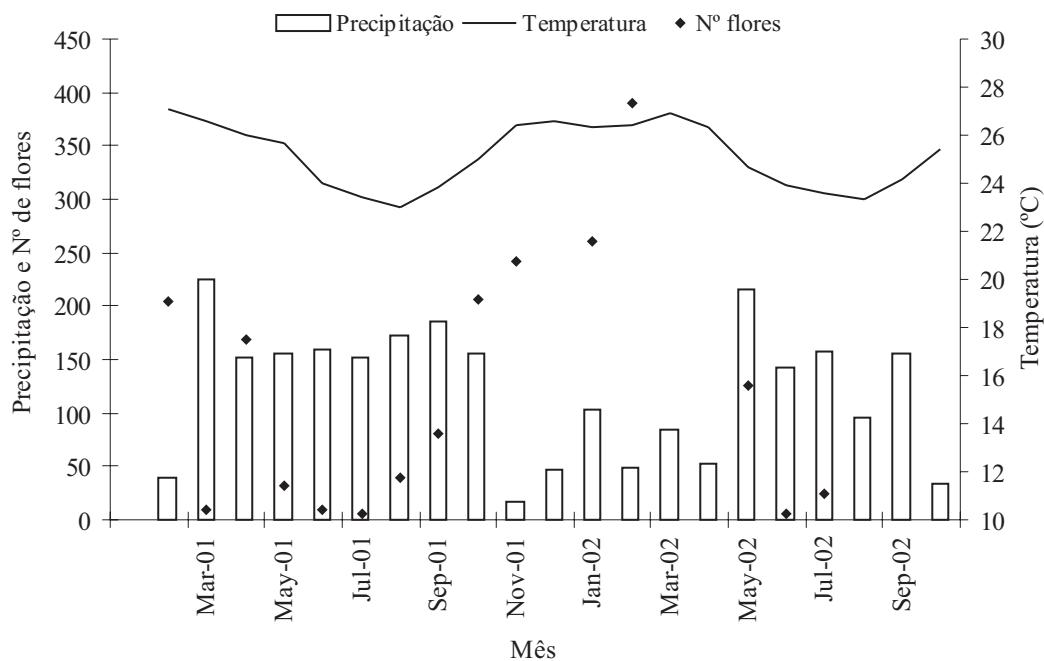


Figura 1. Número de flores de *K. bahiana* e valores de precipitação total e temperatura média, de fevereiro/2001 a outubro/2002, em Arembepe, BA.

Scrophulariaceae, Krameriaceae, Fabaceae e Lythraceae, e por um estrato arbóreo-arbustivo dominado por espécies de Vochysiaceae e Malpighiaceae. Segundo a classificação proposta por Araújo *et al.* (1998 apud Cogliatti-Carvalho *et al.* 2001), na região estudada foram reconhecidas as formações arbustivas abertas de *Clusia* e de Ericaceae e mata periodicamente inundada.

O trabalho foi realizado durante os meses de fevereiro/01 a fevereiro/2002 e em maio, julho, agosto e outubro/2002. Durante os meses de estudo registrou-se o florescimento da planta através da contagem do número de flores abertas e a ântese focal. Também observou-se o comportamento das abelhas e contou-se o número de visitas realizadas pelas abelhas nas flores de *K. bahiana*, durante dois a três dias consecutivos, nos meses de fevereiro/2001, abril/2001, junho/2001 e outubro/2002, das 5:00h às 18:00h.

Para as observações das abelhas nas flores e fenologia das plantas, foram selecionados dois agrupamentos de plantas de *K. bahiana* e para a verificação dos horários de abertura e fechamento, quatro, com aproximadamente 10 m² cada um.

Em campo, foram realizados testes para verificação da presença de osmóforos em várias partes das flores, com a aplicação de vermelho neutro; presença de pigmentos que refletem o ultravioleta com a aplicação de vapor de hidróxido de amônia PA (vapor). Para detectar a receptividade do estigma foram ensacados botões um dia antes da ântese e no dia seguinte foram feitos os testes com a aplicação de água oxigenada e Sudam III, desde a abertura das flores até seu fechamento (Dafni 1992). Para cada um dos testes foram utilizadas cinco flores.

Vinte e três botões foram ensacados para verificação de produção de frutos por polinização espontânea.

Foram realizadas medidas do diâmetro de 10 flores e também das pétalas contendo os elaióforos (pétalas glandulares) de *K. bahiana*, com paquímetro. Foram feitas observações focais sobre o tamanho e forma das gotas de óleo dos elaióforos, com a influência das abelhas visitantes, em dez flores expostas, e sem a influência das abelhas, em sete flores mantidas ensacadas. Foi também observado o modo de apresentação do pólen das anteras nas flores ensacadas.

Para indicar o tamanho das abelhas visitantes mais frequentes, foram realizadas mensurações em vista dorsal de um indivíduo de *M. dentipes* e em 10 indivíduos das espécies de *Centris*, considerando a distância do ocelo médio ao ápice do abdome. Para indicar a largura das abelhas foram feitas medidas entre as tégulas.

As abelhas foram identificadas e depositadas no Museu de Zoologia da UEFS. A espécie de *Krameria* coletada foi depositada no HUEFS (Herbário da UEFS).

Dados microclimáticos de temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa foram coletados com termohigrômetro de bulbo seco e bulbo úmido e luxímetro, respectivamente, em intervalos de 30 min a cada hora de observação, durante todas as observações.

Resultados

K. bahiana, na área estudada, apresenta-se como um

arbusto com aproximadamente 50 cm de altura. As flores localizam-se na porção terminal do talo, em forma de racemos com coloração variando do rosa intenso ao rosa claro. As flores são zigomórfas e apresentam 11 mm de diâmetro. Possuem cinco pétalas, sendo duas modificadas em pétalas glandulares. Estas estão próximas ao ovário e apresentam glândulas secretoras de óleo, os elaióforos epiteliais, com ca. de 1 mm cada. Os frutos são globosos, espinescentes e numerosos.

K. bahiana permaneceu florida durante todos os meses de estudo, sendo o maior número de flores (1100) nos dois agrupamentos acompanhados, observado principalmente nos meses de outubro a fevereiro, geralmente coincidentes com os meses mais secos do ano. Nos meses de junho a setembro foi observado o menor número de flores (135) durante o estudo (Fig. 1).

As flores de *K. bahiana* abriam entre 5:15h e 6:00h. O horário de fechamento variou entre as flores dos quatro agrupamentos estudados. Em três deles, as flores fechavam no final do dia, entre 17:30h e 18:00h e não abriam mais. Em um dos agrupamentos, as flores permaneciam abertas por aproximadamente quatro dias, quando perdiam as pétalas. De forma geral, as flores do primeiro dia apresentavam coloração rosa escuro e as flores do segundo dia, rosa claro. Nos botões ensacados, que não receberam visitas de abelhas, o óleo estava presente em forma de gotas nos elaióforos e permaneceram assim durante toda a duração da flor. Nas flores que duravam quatro dias, o óleo estava bem visível apenas nas flores do primeiro dia e ocorreu uma redução do tamanho das gotas nos outros dias. Nas flores que não foram ensacadas, no primeiro dia os elaióforos estavam com aparência raspada e com pequena quantidade de óleo.

Foram observados osmóforos corados com vermelho neutro, especialmente nos elaióforos e na ponta das anteras. Também foram verificadas manchas nas pétalas, especialmente próximo aos elaióforos, indicando a presença de pigmentos que refletem o ultravioleta.

Nas flores ensacadas foram observados grãos de pólen depositados no ápice das anteras. Como essas flores não receberam visitas de abelhas, não houve vibração das anteras.

Não foram produzidos frutos nos experimentos de polinização espontânea, indicando, dessa forma, a dependência das flores de agentes externos para sua polinização.

As flores de *K. bahiana* foram visitadas principalmente por abelhas do gênero *Centris* (família Apidae, tribo Centridini), *C. leprieuri* Spinola, *C. pulchra* Moure Oliveira & Viana, *C. tarsata* Smith e *C. trigonoides* Lepageletier (Tabela 1), que coletavam apenas óleo como recurso nessas flores.

Embora as espécies de *Centris* em *K. bahiana* apresentassem diferenças com relação ao tamanho (Tabela 2), elas se comportavam de forma similar para a coleta de óleo, que consistia em a abelha pousar na flor e se prender à pétala apical (não glandular) com a mandíbula e retirar o óleo das pétalas glandulares, raspar com as pernas anteriores e médias, depois passar para as posteriores, onde está localizada a escopa, na tíbia e no basitarso. Durante a coleta

Tabela 1. Número de visitas das abelhas mais freqüentes (*C. leprieuri*, *C. tarsata* e *M. dentipes*) nas flores de *K. bahiana*, nos meses de fevereiro, abril e junho de 2001 e outubro/2002 em Arembepe.

Meses	<i>C. leprieuri</i>	<i>C. tarsata</i>	<i>M. dentipes</i>	Nº flores
Fevereiro/2001	299	200	-	204
Abril/2001	319	39	-	168
Junho/2001	0	0	0	4
Outubro/2002	310	314	160	400
Total	928	553	160	776

de óleo, a parte ventral do abdome e do tórax das abelhas entravam em contato com o estigma e as anteras das flores, estruturas que estavam localizadas na mesma posição e altura na flor, ocasionando a transferência do pólen para o estigma. Quando as abelhas pousavam nas flores, geralmente já traziam pólen de outras, ocorrendo, provavelmente, a polinização cruzada. A coleta em cada flor, verificada através da observação em uma abelha, durava cerca de quatro a cinco segundos. As abelhas visitavam principalmente as flores do primeiro dia, que apresentavam cor rosa escuro e os elaióforos cheios de óleo, evitando as de coloração rosa claro.

C. tarsata e, principalmente, *C. leprieuri* foram as abelhas mais freqüentes durante todo o estudo, apresentando um grande número de visitas nos meses de fevereiro/2001, abril/01 e outubro/02 (Tabela 1). As fêmeas de *C. leprieuri* iniciavam a coleta nas flores a partir de 5:30h e permaneciam coletando até as 16:00h, sendo que o pico de forrageamento foi observado entre 6:00h e 9:00h, com a temperatura variando de 26°C a 32°C, a umidade relativa de 58% a 87% e intensidade luminosa acima de 9.900 lux. As fêmeas de *C. tarsata* chegavam mais tarde nas flores e coletavam, principalmente, das 9:00h às 12:00h com a temperatura variando entre 32°C e 33,5°C. *C. pulchra* e *C. trigonoides* foram consideradas visitantes ocasionais nas flores de *K. bahiana*, não chegando ao total de 20 visitas durante todo o período de estudo.

Além das abelhas já citadas, fêmeas de *Megachile dentipes* Vachal (família Apidae, tribo Megachilini), foram observadas visitando as flores de *K. bahiana*, para coleta do pólen depositado no ápice das anteras. Essas abelhas foram observadas principalmente no mês de outubro/02, entre 9:00h e 13:00h. As fêmeas coletavam o pólen com o auxílio

das pernas anteriores e após, o depositavam na escopa abdominal, entrando em contato com as estruturas reprodutivas durante a coleta. Os machos da espécie sobrevoavam as flores de *K. bahiana*, atacando outras espécies de abelhas que pousavam nestas para coletar. Foi observado que um dos machos atacou uma fêmea de *C. tarsata* que pousou nas flores para coletar, afastando-a da flor, mesmo sendo ele de menor tamanho.

Discussão

As flores de *K. bahiana* são zigomórfas com anteras poricidas e oferecem óleo como principal recurso floral para atrair seus polinizadores (Simpson 1982). Nas flores de *K. bahiana* observadas, os elaióforos epiteliais estão localizados em duas pétalas glandulares que recobrem o ovário súpero. Segundo Roubik (1989), os elaióforos muitas vezes ocorrem em pares e não estão situados próximo do centro da flor, mas lateralmente onde podem ser tocados pelas pernas anteriores e médias das abelhas. As abelhas podem estar sendo atraídas aos elaióforos pela emissão de odor, que foi detectado nas pétalas glandulares nas flores de *K. bahiana* estudadas. Simpson & Neff (1981) sugerem que os osmóforos poderiam estar localizados em elaióforos em *Krameria lanceolata* Torr. e *K. grayi* Rose & Painter. Eles propõem uma hierarquia de pistas que atraem as abelhas às flores de *K. bahiana*, a qual inclui forma floral, cor e odor.

As flores de *K. bahiana* na restinga estudada foram visitadas predominantemente por abelhas do gênero *Centris*. Estas flores são consideradas melitófilas segundo as considerações de Faegri & van der Pijl (1979). Vários autores constataram elevada proporção de plantas melitófilas em ambientes de restingas e dunas litorâneas do Nordeste, sendo

Tabela 2. Mensurações de largura e comprimento (média e desvio padrão = SD) do corpo das espécies de abelhas visitantes nas flores de *K. bahiana* em Arembepe, BA. As mensurações foram realizadas em 10 indivíduos de cada espécie de *Centris* e em um indivíduo de *M. dentipes*.

Espécie	Comprimento (mm)	Largura (mm)
<i>C. leprieuri</i>	16,4 (SD = 1,00)	6,40 (SD = 0,46)
<i>C. tarsata</i>	11,4 (SD = 0,76)	4,24 (SD = 0,18)
<i>C. pulchra</i>	11,7 (SD = 0,44)	4,28 (SD = 0,23)
<i>C. trigonoides</i>	9,7 (SD = 0,48)	3,69 (SD = 0,31)
<i>M. dentipes</i>	9,3	3,2

as abelhas solitárias, principalmente pertencentes à família Apidae (antiga Anthophoridae), os principais agentes polinizadores (Gottsberger *et al.* 1988, Silva & Martins 1999 e Viana 1999).

As espécies de *Centris* observadas apresentaram comportamento de coleta e tamanho eficientes para o contato com as estruturas reprodutivas das flores durante as coletas de óleo, sendo consideradas polinizadoras eficientes nas flores de *K. bahiana*. Além disso, adaptações morfológicas para a coleta e o transporte de óleo floral são observadas nas escovas das abelhas do gênero *Centris* (Roberts & Vallerspir 1978, Neff & Simpson 1981). Segundo Simpson (1982) fêmeas de *Centris* spp. são, de fato, o único grupo de insetos que regularmente coletam óleo nessas flores.

Embora as quatro espécies de *Centris* fossem consideradas polinizadoras potenciais das flores de *K. bahiana*, *C. trigonoides* e *C. pulchra* por sua baixa frequência de visita nas flores foram consideradas polinizadoras ocasionais de *K. bahiana*. *C. leprieuri* mostrou-se a polinizadora mais eficiente devido à elevada frequência das visitas às flores, além das adaptações morfológicas e comportamentais para a coleta. As coletas de óleo dessas abelhas poderiam estar ocorrendo antes das coletas de pólen em outras plantas (M. Gimenes, dados não publicados) como também foi observado por Simpson & Neff (1981). Foi também observado que o óleo permanecia sob a cutícula até uma abelha removê-lo após a ruptura da mesma, por raspagem através de estruturas presentes em seu basitarso, como também foi narrado por Simpson (1982) para outras espécies de abelhas visitantes das flores de *Krameria*. Segundo esse autor, a produção de óleo nas flores de *Krameria* spp. parece ocorrer continuamente, antes mesmo de a flor estar completamente aberta, até murchar.

Segundo Simpson & Neff (1981) as flores de *K. bahiana*, além de óleo, também oferecem pólen que pode ser usado como recurso pelas abelhas coletoras de óleo, porém a coleta é dificultada pela forma de apresentação do pólen que só poderia ser retirado por vibração das anteras pelas abelhas (Buchmann 1983). Neste estudo as abelhas coletoras de óleo pertencentes ao gênero *Centris* não foram observadas coletando pólen nessas flores, porém foi observada a coleta intensa de pólen pelas fêmeas de *M. dentipes*, mas não por vibração das anteras, pois foi observado que o pólen se apresentava no ápice destas mesmo em flores ensacadas.

Os machos dessa espécie de abelha provavelmente estabeleciam territórios nas flores, que defendiam de outros visitantes florais. Durante as visitas, essas abelhas polinizavam as flores, mas foram consideradas polinizadoras ocasionais porque não estavam presentes durante todo o tempo de florescimento das plantas.

Neste trabalho foi observada a estreita relação entre as abelhas do gênero *Centris*, especialmente *C. leprieuri*, e as flores de *K. bahiana*, também constatada por outros autores para outras espécies de *Krameria* (Neff & Simpson 1981, Simpson & Neff 1981, Simpson 1989). Na área estudada as espécies de *Centris* que visitavam flores de *K. bahiana* também coletaram óleo em flores de *B. sericea* e *A. cornigera*, que cresciam próximo aos agrupamentos de *K. bahiana*, podendo atuar como polinizadoras eficientes nessas

espécies vegetais. Segundo Simpson & Neff (1981), as interações entre abelhas coletoras de óleo e flores produtoras desse recurso não seriam espécie-específicas. É possível que a constância no forrageamento possa ser mediada pelos níveis de recursos disponíveis, no tempo e no espaço.

Agradecimentos

Agradecemos aos proprietários do Sítio Mingu por terem permitido o desenvolvimento do trabalho de campo e à UEFS pelo auxílio financeiro na execução do projeto. A Fernando C. V. Zanella (UFMG), Edinaldo L. das Neves (UFBA) e Anthony Raw (UESC) pela identificação das abelhas e Luciano Paganucci de Queiroz pela identificação da espécie vegetal.

Referências

- Buchmann, S.L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms, p.73-113. In C.E. Jones & R.J. Little (eds.), Handbook of experimental pollination biology. New York, Van Nostrand Reinhold, 558p.
- CEI - Centro de Estatística e Informações 1994. Informações básicas dos municípios baianos: Região Metropolitana de Salvador (BA). 57-58p. Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador (CONDER), 88p.
- Cogliatti-Carvalho, L., A.F.N. Freitas, F.D. Rocha & M. van Sluys. 2001. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restingas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. Rev. Bras. Bot. 24: 1-12.
- Dafni, A. 1992 (ed.) Pollination ecology. A practical approach. Oxford, IRL Press at Oxford University Press, 250p.
- Faegri, K & van der Pijl. 1979 (eds.) The principles of pollination ecology, 3a. ed., London, Pergamon Press, 244 p.
- Gottsberger, G., J.M.F. Camargo & I. Silberbauer-Gottsberger. 1988. A bee-pollinated tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. Bot. Jahrb. Syst. 109: 469-500.
- Neff, J.L. & B.B. Simpson. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function, and use in systematics. J. Kans. Entomol. Soc. 54: 95-123.
- Roberts, R.B. & S.R. Vallespir. 1978. Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). Ann. Entomol. Soc. Am. 70: 619-626.
- Roubik, D.W. 1989. (ed.) Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge, Mass Smithsonian, 514p.
- Silva, M.C.M. & C. Martins. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de duna (praia de Interlagos, Cabedelo-PB, Brasil). Principia - CEFET-PB 7: 40-50.
- Simpson, B.B. 1982. *Krameria* (Krameriaceae) flowers: Orientation and elaiophore morphology. Taxon 31: 517-528.
- Simpson, B.B. 1989. Krameriaceae. Fl. Neotrop. Monogr. 49:1-108.
- Simpson, B.B. & J.L. Neff. 1977. *Krameria*, free-fatty acids and

- oil-collecting bees. *Nature* 267: 150-151.
- Simpson, B.B. & J. L. Neff. 1981. Floral rewards: Alternatives to pollen and nectar. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 301-322.
- Thorp, R.W. 1979. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 66: 788-812.
- Viana, B.F. 1999. Biodiversidade da apifauna e flores apícolas das dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas alterações. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p.
- Vinson, S.B., H.J. Willians, G.W. Frankie & G. Shrum. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpigheaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica* 29: 76-83.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und subtropische Pflanzenwelt* 7: 285-547.

Received 17/II/05. Accepted 16/XI/05.
