ELISANGELA LUCIA DE SANTANA BEZERRA

Polinização e Fenologia Reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* Juss. e *Stigmaphyllon paralias* Juss. (Malpighiaceae) em Área de Caatinga/Nordeste do Brasil

Recife-PE

2004

ELISANGELA LUCIA DE SANTANA BEZERRA

Polinização e Fenologia Reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* Juss. e *Stigmaphyllon paralias* Juss. (Malpighiaceae) em Área de Caatinga/Nordeste do Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Dra. Isabel Cristina Machado

Recife-PE

2004

Bezerra, Elisangela Lúcia de Santana.

Polinização e fenologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) em área de Caatinga/Nordeste do Brasil / Elisangela Lúcia de Santana Bezerra. – Recife: O Autor, 2004.

83 folhas: il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, 2004.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Biologia floral. 2. Caatinga. 3. *Centris*. 4. Fenologia 5. Malpighiaceae. 6.Polinização. I. Título.

581.162.3 CDU (2.ed.) UFPE
571.864.2 CDD (22.ed.) CCB – 2008-197

ELISANGELA LUCIA DE SANTANA BEZERRA

"Polinização e Fenologia Reprodutiva de *Byrsonima gardneriana* Juss. e *Stigmaphylliom paralias* Juss. (MALPIGHIACEAE) Em Área de Caatinga/Nordeste do Brasil"

BANCA EXAMINADORA:

Isabel Cristina Machado

Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado (Orientadora) - UFPE

Ariadna Valentina Lopes

Dra. Ariadna Valentina de Freitas e Lopes - UFPE

Dra. Lucia Helena Piedade-Kill –EMBRAPA

Recife-PE.
2004

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido mais esta vitória;

Ao meu marido e meu filho, pela paciência nas minhas ausências;

A meus pais, irmãs e cunhados, pelo apoio e encorajamento;

A minha orientadora Isabel Cristina Machado, minha eterna professora, exemplo de profissional e amiga pela sua ética e companheirismo;

A Ariadna Lopes, pela amizade e inúmeras ajudas sempre que precisei;

A todos os amigos do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, em especial a Valéria Carvalho e Mary Janice, pela preciosa companhia e ajuda nos trabalhos de campo; a Tarcila Nadia, pelas maravilhosas fotografias obtidas e aqui apresentadas e a Luciana Teixeira, pela realização dos desenhos esquemáticos;

A Drª Rita Pereira (IPA), pela identificação das espécies de Malpighiaceae;

Aos professores Fernando Zanella e Isabel Alves dos Santos pela identificação das abelhas;

A CAPES, pelo auxílio financeiro para a realização desta pesquisa.

LISTA DE FIGURAS DO PRIMEIRO MANUSCRITO

Figura 1. *Stigmaphyllon paralias*. A) agrupamento em Restinga evidenciando seu porte herbáceo; B) flor recém aberta apresentando intensa coloração; C) final do período de antese, no qual as flores apresentam-se murchas, com estames amarronzados e pétalas esbranquiçadas..... 38

Figura 2. Desenho esquemático de *S. paralias* evidenciando detalhes do androceu heteromórfico composto pelos estamonódios (E) e por anteras de diferentes dimensões e gineceu apresentando características típicas do gênero: alas (A) e papilas estigmáticas (P)..... 39

Figura 3. Fenologia de *S. paralias* em duas áreas do Parque Nacional do Catimbau/PE..... 40

Figura 4. Freqüência dos Centridini em flores de *S. paralias*. A) dados referentes às observações na Serrinha (Catimbau) e B) em Restinga..... 41

Figura 5. Espécies de *Centris* visitantes de *S. paralias* A) vista lateral de *C. fuscata*; B e C) *Centris aenea*, manipulando os elaióforos. Notar em B o detalhe de suas mandíbulas presas à base da pétala estandarte (seta) e em C, a utilização das pétalas inferiores como apoio durante o forrageamento; D) *C. flavifrons*, tocando as papilas estigmáticas durante coleta do óleo floral..... 42

Figura 6. Análise comparativa entre as freqüências de visitas das espécies de *Centris* ocorrentes no Parque Nacional do Catimbau (linhas) e em Restinga (barras) 43

LISTA DE FIGURAS DO SEGUNDO MANUSCRITO

Figura 1 Dados climatológicos da área de estudo durante o período de março/2002 a fevereiro/2003 (fonte: INMET). As barras e linha expressam respectivos valores médios de precipitação e temperatura ocorridos no período. 70

Figura 2 Fenologia de floração de *Byrsonima gardnerana* no Parque Nacional do Catimbau, região semi-árida de Pernambuco. (■ = Geral; ⊡ = Chapada São José; ⊟= Sítio Serra Branca; ▨ = Cânion). 71

Figura 3 Freqüência de visitas dos polinizadores de *Byrsonima. Gardneriana* nas diferentes áreas de estudo do Parque Nacional do catimbau. A) Chapada São José; B) Cânion; C) Sítio Serra Branca. (■ = *C. aenea;* ▨ = *C. caxiensis;* □ = *C. flavifrons*; ⊡ = *C. fuscata*; ▥ = *C. tarsata*; ■ = *A. mellifera*). 72

Figuras 4 -7 Polinizadores de *Byrsonima gardneriana.* 4. *Centris aenea* durante coleta de óleo; 5. *C. fuscata* raspando elaióforos; 6. *C. caxiensis* e 7. C. *flavifrons*, ambas envolvendo toda a flor. Barras de escala corespondem a 1,0 cm. 73

LISTA DE TABELAS DO PRIMEIRO MANUSCRITO

Tabela 1. Resultados de viabilidade polínica e do número de grãos encontrado nas flores de *S. paralias*, demonstrando diferentes valores para cada classe de estames que compõem o androceu heteromórfico..... 35

Tabela 2. Resultados dos experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo de *S. paralias* e das observações de polinização natural nas três áreas de estudo do Parque Nacional do Catimbau/PE..... 36

LISTA DE TABELAS DO SEGUNDO MANUSCRITO

Tabela 1 Resultados dos experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo de *Byrsonima gardnerana* e das observações de polinização natural nas três áreas de estudo do Parque Nacional do Catimbau/PE. *Flores sem visitas de *Apis mellifera*; **Flores com baixa freqüência de *A. mellifera* (< 10 visitas/intervalo de 2h/dia), ***Flores submetidas à intensa atividade de *A. mellifera* (> 50 visitas/intervalo de 2h/dia). 67

Tabela 2 Visitantes florais de *Byrsonima gardneraana*, classificados de acordo com Michener 2000. Local de ocorrência (PNC - Parque Nacional do Catimbau; [1] Cânion, [2] Sítio Serra Branca, [3] Chapada de São José; CAT – Catuama); recurso procurado (P - pólen, O - óleo); modo de coleta (CO - coletora, MO - mordedora, RA – raspagem, VI - vibração *sensu* Michener 1962, Wille 1963, Buchmann *et al.* 1977); resultado das visitas (PO - polinização, PI - pilhagem). 68

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS DO PRIMEIRO MANUSCRITO	v
LISTA DE FIGURAS DO SEGUNDO MANUSCRITO	vi
LISTA DE TABELAS DO PRIMEIRO MANUSCRITO	vii
LISTA DE TABELAS DO SEGUNDO MANUSCRITO	viii
INTRODUÇÃO	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
MANUSCRITO ENVIADO AO PERIÓDICO ACTA BOTANICA BRASILICA	26
RESUMO	27
ABSTRACT	27
Introdução	28
Material e métodos	30
Resultados	33
Discussão	36
Referências bibliográficas	40
MANUSCRITO ENVIADO PARA A REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA	57
ABSTRACT	60
RESUMO	
Introdução	
Material e métodos	62
Resultados	66
Discussão	72
Referências bibliográficas	79
CONCLUSÕES GERAIS	96
RESUMO GERAL	97
GENERAL ABSTRACT	98
ANEXOS	99

INTRODUÇÃO

O sucesso reprodutivo das Angiospermas deveu-se aos processos de coevolução estabelecidos entre as flores e os diversos agentes polinizadores, abióticos (vento e água) ou bióticos (animais) (Faegri & van der Pijl 1979).

Modificações na morfologia floral, coloração, tamanho, odor, simetria e horário da antese, possibilitaram a sua utilização por vários grupos animais: abelhas, vespas, esfingídeos, borboletas, pássaros, mamíferos, entre outros (Endress 1994), servindo de indicativo das fontes de recurso oferecidas aos polinizadores como recompensa, garantindo a repetição das visitas e conseqüentemente, sua reprodução (Dafni 1992, Endress 1994).

Relações mutualísticas entre plantas e insetos datam desde o período Cretáceo, quando estes iniciaram sua busca por alimento em visitas às flores, sendo estas beneficiadas com seu aumento reprodutivo através do fluxo polínico promovido pelos polinizadores (Kearns & Ynouye 1997, Faegri & van der Pijl 1979) entre os indivíduos de diferentes populações (Dafni 1992).

Como compensação, as flores oferecem desde recursos nutritivos, tais como néctar, pólen e óleos florais a não nutritivos, como ceras, perfumes, resina e locais para cópula e deposição de ovos (Faegri & van der Pijl 1979; Simpson & Neff 1981; 1983, Machado & Lopes 1998). Há ainda casos em que o animal visitante é enganado pela flor e a poliniza, não recebendo qualquer recompensa (Dafni 1984).

Estudos de biologia floral abrangem informações sobre a morfologia, sistema reprodutivo e as interações entre as flores e seus polinizadores, analisando diversos aspectos como: síndromes florais e de polinização, fenologia da floração, sistema de compatibilidade, amostragem e freqüência de visitantes, sendo indicativos da estabilidade ou não dos processos biológicos (Machado & Lopes 1998).

Atualmente, essas interações vêm sendo comprometidas devido aos processos de fragmentação que ameaçam a diversidade biológica, reduzindo e isolando populações de várias espécies interdependentes, sendo os polinizadores especialistas os mais vulneráveis (Rathcke & Jules 1993, Murcia 1995, Kearns & Inouye 1997).

Estudos realizados na Floresta Amazônica apontaram decréscimo tanto na riqueza quanto na diversidade de abelhas Euglossini em relação à diminuição do tamanho do fragmento ou de sua proximidade em relação à borda (Powell & Powell 1987), bem como na produção de frutos e sementes (Spears 1987, Aizen & Feinsinger 1994). Portanto, a

fragmentação pode ocasionar um efeito cascata que atinge plantas (devido a perda do habitat através da antropização dos ambientes), polinizadores (que não mais encontram uma quantidade de flores necessária à sua manutenção) e por conseguinte, os dispersores, que teriam cada vez menos recurso disponível no ambiente em que vivem (Rathcke & Jules 1993, Murcia 1995, Tabarelli 1998).

Apesar do pouco conhecimento sobre flora e vegetação da Caatinga, há indícios de que essa vegetação apresente elevado potencial de riqueza (Rodal 2002, Tabarelli & Silva 2002). Todavia, o manejo inadequado dessa vegetação pela extração de madeira e lenha, exploração da pecuária extensiva e agricultura, especialmente nas áreas mais úmidas, tem colocado em risco essa biodiversidade (Sampaio 1995).

Considerando que a redução de habitat pode influenciar processos no nível de comunidade (Rathcke & Jules 1993, Murcia 1995, Crawley 1997, Tabarelli 1998), é possível que já tenham ocorrido processos de extinção local na Caatinga (Rodal 2002).

A família Malpighiaceae está representada por aproximadamente 60 gêneros e 1100 espécies predominantemente tropicais, das quais, cerca de 950 encontram-se exclusivamente no Novo Mundo. Com 92% das espécies neotropicais apresentando óleos florais como atrativo primário (Anderson 1979, Vogel 1990), secretado por glândulas especializadas denominadas elaióforos (Vogel 1974, Simpson & Neff 1983), suas flores têm como principais polinizadores abelhas fêmeas da tribo Centridini. Estas abelhas utilizam o óleo como fonte de energia na dieta de suas larvas, sendo considerados polinizadores chaves não só de Malpighiaceae, mas também de várias outras famílias que representam fonte de óleo, pólen e néctar (Buchmann 1987, Vogel 1990, Vogel & Machado 1991, Michener 2000, Schlindwein 2000, Machado 2002, Machado *et al.* 2002).

Estudos acerca da ecologia da polinização em espécies de Malpighiaceae são encontrados em vários ecossistemas porém, citações para estudos realizados em Caatinga são inexistentes, sendo encontrados apenas referências em trabalhos de levantamento de espécies do gênero *Centris* (Aguiar & Martins 1997, Aguiar *et al.*2000, Zanella 2000 a; b) e sobre a flora apícola explorada (Martins 1995, Aguiar *et al.* 1995, 2003).

Considerando a importância ecológica das abelhas Centridini e suas relações com flores de Malpighiaceae, o presente trabalho tem como objetivo apresentar informações sobre a fenologia, morfologia, biologia floral e o sistema reprodutivo de *Byrsonima gardneriana* Juss. e *Stigmaphyllon paralias* Juss. no Parque Nacional do Catimbau, uma das poucas unidades de proteção integral em área de Caatinga.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Elaióforos e flores de óleo

Desde 1793, quando se iniciaram os estudos de biologia floral (Sprengel 1996), pólen e néctar eram os únicos recursos nutritivos oferecidos aos polinizadores que se conhecia (Percival 1965, Simpson & Neff 1981; 1983, Buchmann 1987), até que uma nova descoberta realizada por Vogel (1969) revelou um campo totalmente desconhecido até então: o das flores que possuem glândulas, denominadas elaióforos, especializadas na secreção de óleos.

Trabalhos subseqüentes realizados pelo mesmo autor (Vogel 1971; 1973; 1974) classificaram os elaióforos em duas categorias: os tricomáticos, consistindo em placas com centenas ou milhares de pêlos glandulares que secretam óleo ativamente, sendo encontrados nas famílias Iridaceae, Cucurbitaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae e Orchidaceae (Vogel 1974, Simpson & Neff 1981, Buchmann 1987, Vogel & Machado 1991, Machado 2002) e os elaióforos epiteliais, células epidérmicas secretoras de grande quantidade de lipídeos que se armazenam sob uma fina cutícula, ocorrendo nas famílias Malpighiaceae, Krameriaceae e algumas espécies de Orchidaceae (Vogel 1974, Simpson & Neff 1981, Buchmann 1987, Machado 2002).

Estudos realizados por Anderson (1979), Sazima & Sazima (1989), Vogel (1990) e Teixeira & Machado (2000) revelaram ainda a existência de espécies que apresentam indivíduos com flores apresentando elaióforos e flores com redução ou ausência total dessas glândulas.

Em 1987, Buchmann realizou uma importante revisão acerca da ecologia das flores de óleo, apresentando dados sobre aspectos da co-evolução, distribuição, polinizadores, estruturas para coleta e comportamento das abelhas e análises referente à composição química e valores energéticos dos óleos florais.

Recentemente, Machado (2002) realizou outra revisão sobre flores de óleo e as abelhas coletoras de óleos florais, apresentando conceitos e uma distribuição atual das flores de óleo nas Angiospermas, além de abordar aspectos da interação planta-polinizador e de mencionar casos de estreitas relações presentes nesta síndrome.

Correlações e evolução dos caracteres florais de Malpighiaceae

A família Malpighiaceae apresenta distribuição pantropical, sendo particularmente bem representada no continente americano (Lobreau-Callen 1989) com aproximadamente 950

gêneros e 1100 espécies (Anderson 1979, Vogel 1990). Está subdividida em três sub-famílias: *Byrsonimoideae*, caracterizada por apresentar flores actinomorfas; *Malpighioideae*, com flores zigomorfas e *Gaudichaudioideae*, cujas flores, além de zigomorfas, apresentam frutos alados (Anderson 1977, Lobreau-Callen 1989).

As espécies apresentam variadas formas de vida e de frutos, desde grandes árvores e arbustos a herbáceas perenes com frutos ápteros e carnosos a alados e secos (Anderson 1977; 1979, Lobreau-Callen 1989). Porém, ao se comparar os caracteres morfológicos das flores, estes revelam-se relativamente homogêneos entre os diversos gêneros (Anderson 1979, Lobreau-Callen 1989), com arquitetura floral consistindo de cinco sépalas com glândulas epiteliais dispostas aos pares; cinco pétalas unguiculadas e livres, sendo a pétala estandarte responsável pela zigomorfia da flor. Os estames e carpelos encontram-se agrupados no centro (Anderson 1979, Buchmann 1987, Vogel 1990).

Anderson (1979) apresenta este conjunto de características como uma maneira de conservar aspectos relacionados à atração, orientação e recompensa oferecida aos polinizadores. Contudo, Vogel (1990) ressalta que as flores mais primitivas de Malpighiaceae (sub-família *Byrsonimoideae*) encontradas no Velho Mundo são actinomorfas, sendo o pólen o principal recurso oferecido aos polinizadores, não apresentando elaióforos típicos, mas glândulas calicinais que secretam óleo e néctar, sendo mantido, para estas, este padrão (Vogel 1974; 1990, Lobreau-Callen 1989).

Ao contrário das Malpighiaceas do Velho Mundo, algumas espécies neotropicais apresentam morfos distintos, relacionados à presença ou ausência total das glândulas calicinais em diferentes indivíduos, não sendo considerado contudo um caráter primitivo (Vogel 1990) mas sim, uma estratégia de mimetismo, havendo economia de recurso e polinização por engano, como observado em *Byrsonima sericea* (Teixeira & Machado 2000) e *Banisteriopsis muricata* e *Heteropterys aceroides* (Sazima & Sazima 1989).

Polinização por Centridini X Flores de óleo de Malpighiaceae

Vários estudos apontam as abelhas fêmeas da tribo Centridini (representadas especialmente pelos gêneros *Centris* e *Epicharis*, endêmicas dos Neotrópicos), como sendo os principais polinizadores das espécies de Malpighiaceae neotropicais, tendo em vista a utilização dos óleos florais como componente na dieta de suas larvas (Michener 2000, Machado 2002, Aguiar *et al*. 2003).

Anderson (1979), Buchmann (1987) e Vogel (1990) trazem importantes observações acerca do comportamento de forrageamento e coleta dos recursos por Centridini em suas visitas às flores de diversos gêneros de Malpighiaceae, sendo suas observações similares no que diz respeito ao modo de aproximação e manipulação dos elaióforos.

O comportamento de forrageamento das abelhas nas flores de Malpighiaceae mais primitivas foi descrito por Vogel (1990), nas quais as abelhas circulam ao redor da flor para coleta dos grãos de pólen (produzido em abundância, sendo o recurso primário oferecido como recompensa aos polinizadores). Os grãos eram removidos ativamente através da coleta direta ou por vibração das anteras, inclusive por abelhas não coletoras de óleos florais.

As abelhas que visitam flores zigomorfas de Malpighiaceae neotropicais secretoras de óleo assumem a mesma postura durante a coleta do recurso, definida pela simetria floral, utilizando suas mandíbulas para se fixar na flor, enquanto raspam os elaióforos com as pernas anteriores e medianas (Anderson 1979, Buchmann 1987, Vogel 1990). Vogel (1990) relaciona as mudanças dos caracteres morfológicos das flores de Malpighiacae como sendo parte do processo de coevolução decorrido da separação dos continentes e suas interações com as abelhas Centridini.

Trabalhos como os de Neff & Simpson (1981) e Simpson & Neff (1981) revelaram detalhes morfológicos e funcionais das estruturas especializadas formadas por cerdas especializadas presentes no basitarso das pernas anteriores e medianas presentes em quase todas as espécies de *Centris* coletoras de óleos. Estas cerdas auxiliam na manipulação das glândulas calicinais, estando relacionadas principalmente aos elaióforos epiteliais ocorrentes em Malpighiaceae.

Estudos de caso realizados em diferentes ecossistemas com espécies de Malpighiaceae, como os de Gottsberger (1986), Sazima (1986, 1989), Albuquerque & Rêgo (1989), Barros (1992), Gaglianone (2000), Teixeira & Machado (2000) e Sigrist *et al*. (2000) trazem importantes observações a respeito da composição da guilda de abelhas coletoras de óleos, tornando possível a composição de padrões de distribuição geográfica de cada táxon.

Além desses, os trabalhos que enfocam a abundância, diversidade e fenologia das mesmas (Martins 1994, Aguiar *et al.* 1995; 2000; 2003, Aguiar & Martins 1997, Zanella 2000 a; b), tornam possível comparar áreas de um ou vários ecossistemas através de índice de similaridade, sendo esses levantamentos de relevante importância, frente à velocidade com o qual o meio ambiente vem sendo destruído.

Lacunas de conhecimento

Dentre os diversos gêneros de Malpighiaceae neotropicais que apresentam flores produtoras de óleos, alguns se sobressaem por sua representatividade e distribuição. Trabalhos pontuais envolvendo o gênero *Byrsonima* são os mais encontrados na literatura como os de Gottsberger (1986), Sazima & Sazima (1989), Barros (1992), Vinson *et al.* (1997), Teixeira & Machado (2000) e Gaglianone (2000), apresentando relevantes informações acerca dos padrões fenológicos, da biologia floral, sistema reprodutivo e visitantes (Tab. 1).

Por outro lado, informações sobre espécies de *Banisteriopsis, Heteropteris, Malpighia, Mascagnia, Peixotoa, Stigmaphyllon* e *Tetrapteris* são escassas, encontrando-se restritas no que se diz respeito a dados fenológicos e visitantes florais, apresentados por Gottsberger (1986), Sazima & Sazima (1989), Gaglianone (2000), Aguiar *et al.* (2003) (Tab. 1). Gêneros como *Dicella, Janusia, Macvaughia* e *Ptilochaeta* apresentam dados restritos a uma única espécie (Sazima 1986, Alves-dos-Santos 1999, Aguiar *et al.* 2003, respectivamente). Com relação a *Stigmaphyllon*, o único registro encontrado apresentando detalhes acerca da polinização de flores do gênero é para *S. littorale* (Hauman-Merck 1913), no qual o autor menciona, equivocadamente como sendo néctar a substância secretada pelas glândulas calicinais. Trabalhos como os de Sazima (1986), Gaglianone (2000) e Aguiar *et al.* (2003) apresentam informações restritas às abelhas visitantes e período de floração.

Relacionando estudos de caso aos ecossistemas em que os trabalhos foram desenvolvidos, observamos a ausência de informações sobre flores de Malpighiaceae em áreas de Caatinga, sendo encontradas apenas referências de trabalhos de levantamento de espécies do gênero *Centris* (Aguiar & Martins 1997, Aguiar *et al.* 2000, Zanella 2000 a; b) e sobre a flora apícola explorada pelas abelhas coletoras de óleos (Martins 1995, Aguiar *et al.* 1995, 2003).

Tendo em vista a escassez de dados sobre vários gêneros de Malpighiaceae, sobretudo na Caatinga, faz-se necessário concentrar os esforços em pesquisas sobre tais lacunas a fim de se ampliar o conhecimento das adaptações desenvolvidas pelas espécies na ocupação deste ecossistema.

Tabela 1. Levantamento de trabalhos realizados enfocando polinização/polinizadores com espécies de Malpighiaceae. (*) Trabalhos taxonômicos; (-) tipo vegetacional/local não mencionado.

Gênero/Espécie	Vegetação/Local de observações	Referências
Banisteriopsis		
B. adenopoda	Cerrado/SP	Gaglianone 2000
B. argyrophylla	Mata mesófila e Cerrado/SP	Sazima 1986; Gaglianone 2000
B. anisandra	Cerrado/SP	Gaglianone 2000
B. campestris	Cerrado/SP	Gottsberger 1986
B. coccolobifolia	Cerrado/SP	Gottsberger 1986
B. latifolia	Cerrado/SP	Gottsberger 1986
B. lutea	Mata mesófila e Cerrado/SP	Sazima 1986; Gaglianone 2000
B. malifolia	Cerrado/SP	Gaglianone 2000
B. muricata	Mata mesófila e Cerrado/SP	Sazima & Sazima 1989; Gaglianone 2000
B. pubipetala	Cerrado/MG; SP	Silveira *et al.* 1993; Gaglianone 2000
B. stellaris	Cerrado/SP	Gottsberger 1986
Banisteriopsis sp.	Mata mesófila/SP	Sazima 1986
Banisteriopsis sp.	Cerrado/MA	Albuquerque & Mendonça 1996
Byrsonima		
B. amoena	Cerrado/MA	Albuquerque & Mendonça 1996
B. arctostaphylloides	Campo rupestre	Faria 1994 (*apud* Aguiar *et al.* 2003)
B. basiloba	Cerrado/MG	Silveira 1989
B. coccolobifolia	Cerrado/DF; SP; Caatinga/BA	Barros 1992; Gaglianone 2000; Aguiar *et al.* 2003
B. crassa	Cerrado/DF; SP	Barros 1992; Pedro 1994
B. correifolia	Caatinga/BA	Neves & Viana 2001

B. dealbata	Campo rupestre/MG	Faria 1994 (*apud* Aguiar *et al.* 2003)
B. gardneriana	Restinga/PB	Silva & Martins 1999
B. guillemiana	Cerrado/SP	Gottsberger 1986; Barros 1992
B. intermedia	Cerrado/SP	Gottsberger 1986; Gaglianone 2000
B. cf. lancifolia	Cerrado/MG	Silveira 1989
B. laxiflora	Cerrado/DF	Barros 1992
B. sericea	Cerrado e Restinga/BA; Mata Atlântica/PE	Martins 1995; Ramalho & Silva 2002; Teixeira & Machado 2000
B. subterranea	Cerrado/DF	Barros 1992
B. umbellata	Cerrado/DF	Barros 1992
B. vaccinifolia	Cerrado/SP	Gottsberger 1986
B. verbascifolia	Cerrado/DF; SP	Barros 1992; Gottsberger 1986
Dicella		
D. bracteosa	Mata mesófila/SP	Sazima 1986
Heteropterys		
H. aceroides	Mata mesófila/SP	Sazima & Sazima 1989
H. acutifolia	Mata mesófila/SP	Sazima 1986
H. byrsonimifolia	Cerrado/SP	Pedro 1994; Mateus 1998 (*apud* Aguiar *et al.* 2003); Gaglianone 2000
H. campestris	Cerrado/MG	Silveira 1989
Heteropterys sp.	Cerrado/SP; Caatinga/BA	Gaglianone 2000; Aguiar *et al.* 2003
Janusia		
J. guaranitica	Dunas/ RS	Alves-dos-Santos 1999
Macvaughia		
M. bahiensis	Caatinga/BA	Aguiar et al. 2003
Malpighia		
M. emarginata	Restinga/CE	Freitas *et al.* 1999

M. glabra	Caatinga/BA e RN	Aguiar *et al.* 2003
Mascagnia		
M. cordifolia	Cerrado/SP	Pedro 1994; Gaglianone 2000
M. anisopetala	Mata mesófila/SP	Sazima 1986
M. rigida	Caatinga/BA	Aguiar *et al.* 2003
Mascagnia sp.	?/CE	Duke 1910 (*apud* Aguiar *et al*. 2003)
Peixotoa		
P. reticulata	Cerrado/SP	Gaglianone 2000
Ptilochaeta		
P. bahiensis	Caatinga/BA	Aguiar *et al.* 2003
Stigmaphyllon		
*S. aberrans**	-	Anderson 1986
*S. adenophorum**	-	Anderson 1986
S. auriculatum	Caatinga/BA	Aguiar *et al.* 2003
*S. floribundum**	-	Anderson 1986
*S. florosum**	-	Anderson 1986
S. lalandianum	Mata mesófila e Cerrado/SP	Sazima 1986
		Gaglianone 2000
S. littorale	- /Jardim Botânico (AR)	Hauman-Merck 1916
*S. singulare**	-	Anderson 1986
Stigmaphyllon sp.	Caatinga/PB	Aguiar *et al.* 1995
Stigmaphyllon sp.	Cerrado/SP	Gaglianone 2000
Stigmaphyllon sp.	Caatinga/PB	Aguiar *et al.* 2003

Tetrapterys		
T. ramiflora	Cerrado/SP	Gottsberger 1986
T. multiflora	Mata mesófila/SP	Sazima 1986
Tetrapterys sp.	Dunas/MA	Albuquerque 1998 (*apud* Aguiar *et al.* 2003)

REFERÊNCIAS BIBLIeOGRÁFICAS

AGUIAR, C.M.L.; MATINS, C.F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. Iheringia, v 83, p. 151-163, 1997.

AGUIAR, C.M.L.; MARTINS, C.F. & ALMEIDA, G.F. Diversidade de abelhas do gênero *Centris* em ecossistemas de Caatinga. In: Encontro sobre Abelhas, 4., 2000. Ribeirão Preto. Resumo... Ribeirão Preto, 2000. p. 300.

AGUIAR, C.M.L.; MARTINS, C.F.; MOURA, A.C.A. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de Caatinga (São João do Cariri, Paraíba). Revista Nordestina de Biologia, v. 10, p. 101-117, 1995.

AGUIAR, C.M.L.; ZANELLA, F.C.V.; MARTINS, C.F.; CARVALHO, C.A.L. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. Neotropical Entomology, v. 32, p. 247-259, 2003.

AIZEN, M.A.; FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Serrano". Ecological Applications, v. 4, p. 378-392, 1994..

ALBUQUERQUE, P.M.C.; MENDONÇA, J.A.C. Anthophoridae (Hymenoptera: Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. Acta Amazonica, v. 26, p. 45-54, 1996.

ALBUQUERQUE, P.M.C.; RÊGO, M.M.C. Fenologia de visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica, v. 5, p. 163-178, 1989.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, v. 43, p. 191-223, 1999.

ANDERSON, C. Novelties in *Stigmaphyllom* (Malpighiaceae). Systematic Botany, v. 11, p. 120-130, 1986.

ANDERSON, W.R. Byrsonimoideae, a new subfamily of the Malpighiaceae. Leandra, v. 7, p. 5-18, 1977.

BARROS, M.A.G. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). Revista Brasileira de Biologia, v. 52, p. 343-353, 1992.

BUCHMANN, S.L. The ecology of oil flowers and their bees. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 18, p. 343-369, 1987.

CRAWLEY, M.J. Plant ecology. 2ª ed. Oxford: Blackwell Science. 1997.

DAFNI, A. Mimicry and deception in pollination. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 15, p. 259-278, 1984.

DAFNI, A. Pollination ecology. The practical approach series. Oxford: Oxford University Press. 1992.

ENDRESS, P.K. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge: Cambridge University Press. 1994.

FAEGRI, K. & van der PIJL, L. The principles of pollination ecology. 3ª ed. London: Pergamon Press. 1979.

FREITAS, B.M.; ALVES, J.E.; BRANDÃO, G.F.; ARAÚJO, Z.B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. Journal of Agricultural Science, v. 133, p. 303-311, 1999.

GAGLIANONE, M.C. 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de Cerrado. In: Encontro Sobre Abelhas, 4., 2000, Ribeirão Preto. São Paulo. Anais... Ribeirão Preto, 2000. p. 246-252.

GOTTSBERGER, G. Some pollination strategies in Neotropical Savannas and Forest. Plant Systematics and Evolution, v. 152, p. 29-45, 1986.

HAUMANN-MERCK, L. Observations sur la pollination d'une Malpighiacée du genre *Stigmaphyllon*. Review of the Institute Bot. Univ. Bruxelles, v. 9, p. 21-27, 1913.

KEARNS, C.A.; INOUYE, D.W. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. BioScience, v. 47, p. 297-307, 1997.

LOBREAU-CALLEN, D. Les Malpighiaceae et leurs pollinisateurs. Coadaptation ou coévolution. Bulletin Museum Natn. Histoire Naturelle 4 B Adansonia, v. 1, p. 79-94, 1989.

MACHADO, I.C. 2002. Flores de óleo e abelhas coletoras de óleo floral: conceitos, distribuição e revisão. In: Encontro Sobre Abelhas, 5., 2002, Ribeirão Preto. São Paulo. Anais... Ribeirão Preto, 2002. p. 129-135.

MACHADO, I.C. & LOPES, A.V. 1998. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: Machado, I.C.; Lopes, A.V. & Pôrto, K.C. (Orgs.). Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Recife. SECTMA. Editora Universitária-UFPE, 1998. p. 173-195.

MACHADO, I.C.; VOGEL, S.; LOPES, A.V. Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by long-legged, oil-collecting bees in NE Brazil. Plant Biology, v. 4, p. 352-359, 2002.

MARTINS, C.F. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de Campo Rupestre do Estado da Bahia, Brasil. Revista Nordestina de Biologia, v. 9, p. 225-257, 1994.

MARTINS, C.F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym., Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençois-BA-Brasil). Revista Nordestina de Biologia, v. 10, p. 119-140, 1995.

MICHENER, C.D. The bees of the world. London: The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 2000.

MURCIA, C. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In: Schellas, J.; Greenberg, R. (Orgs.). Forest patches in tropical landscapes. Island Press, London: 1995. p. 19-36.

NEFF, J.L.; SIMPSON, B.B. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function and use in systematics. Journal of the Kansas Entomological Society, v. 54, p. 95-123, 1981.

NEVES, E.L.; VIANA, B.F. Ocorrência de *Epicharis bicolor* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nas Caatingas da margem esquerda do médio Rio São Francisco, Bahia. Neotropical Entomology, v. 30, p. 735-736, 2001.

PEDRO, S.M.R. Interações entre abelhas e flores em uma área de cerrado no NE do Estado de São Paulo: abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). In: Encontro Sobre Abelhas, 1., 1994, Ribeirão Preto. São Paulo. Anais... Ribeirão Preto, 1994. p. 243-255.

PERCIVAL, M. Floral biology. Pergamon Press, 1965.

POWELL, A. H.; POWELL, G.V.N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. Biotropica, v. 19, p. 176-179, 1987.

RAMALHO, M. & SILVA, M. Relação Centridini - flora oleífera: influência sobre a diversidade em uma comunidade tropical. In: Encontro Sobre Abelhas, 5., 2002, Ribeirão Preto. São Paulo. Anais... Ribeirão Preto, 2002. p. 122-128.

RATHCKE, B.J.; JULES, E.S. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. Current science, v. 65, p. 273-277, 1993.

RODAL, M.J.N. Aspectos vegetacionais do bioma Caatinga. In: Araújo, E.L.; Moura, A.N.; Sampaio, E.V.S.B.; Gestinari, L.M.S.; Carneiro, J.M.T. (Orgs.). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Brasil: UFRPE/Imprensa Universitária, 2002. p. 44-46.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In: Mooney, H.A.; Bullock, S.H.; Medina, E. (Orgs.). Dry tropical forest. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 35-63.

SAZIMA, M. Fenologia de Malpighiaceae e ocorrência de Anthophoridae em mata mesófila, Campinas, São Paulo. In: Congresso da Sociedade de Botânica, 4., 1986. São Paulo. Resumos... São Paulo. 1986. p: 89.

SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. Botanica Acta, v. 102, p. 106-111, 1989.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: Encontro Sobre Abelhas, 4., 2000, Ribeirão Preto. São Paulo. Anais... Ribeirão Preto, 2000. p. 131-141.

SIGRIST, M.R.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Ocorrência de Anthophoridae em Malpighiaceae: comparação entre estudos realizados nos anos 80 e 90. In: Anais do Encontro Sobre Abelhas, 4., 2000, Ribeirão Preto. Resumo... Ribeirão Preto: 2000. p. 303.

SILVA, M.C.M.; MARTINS, C.F. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo-PB, Brasil). Princípia, v. 7, p. 40-51, 1999.

SILVEIRA, F.A. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento no cerrado da Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989.

SILVEIRA, F.A., ROCHA, L.B., CURE, J.R. & OLIVEIRA, M.J.F. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Zona da Mata de Minas Gerais II. Diversidade, abundância e

fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. Revista Brasileira de Entomologia, v. 37, p. 595-610, 1993.

SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. Annals of the Missouri Botanical Garden, v. 68, p. 301-322, 1981.

SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L. Evolution and diversity of floral rewards. In: C Jones,.E.; Little, R.J. (Orgs.). Handbook of experimental pollination biology. New York. Scientific and Academic Editions, 1983. p. 142-159.

SPEARS, E.E. Island and mainland pollination ecology of *Centrosema virginianum* and *Opuntia stricta*. Journal of Ecology, v. 75, p. 351-362, 1987.

SPRENGEL, C.K. Discovery of the secret of nature in the structure and fertilization of flowers. In: Lloyd, D.G.; Barret, S.C.H. (Orgs.). Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants. U.S.A. Chapman & Hall Press, 1996. p. 1-43

TABARELLI, M. Dois Irmãos: o desafio da conservação biológica em um fragmento de floresta tropical. In: Machado, I.C.; Lopes, A.V. & Pôrto, K.C. (Orgs.). Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Recife. SECTMA. Editora Universitária-UFPE, 1998. p. 311-323.

TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. In: Araújo, E.L.; Moura, A.N.; Sampaio, E.V.S.B.; Gestinari, L.M.S. & Carneiro, J.M.T. (Orgs.). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Brasil. UFRPE/Imprensa Universitária, 2002. p. 47-52.

TEIXEIRA, L.A.G.; MACHADO, I.C. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). Acta Botanica Brasilica, v. 14, p. 347-357, 2000.

VINSON, S.B.; WILLIAMS, H.J.; FRANKIE, G.W.; SHRUM, G. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). Biotropica, v. 29, p. 76-83, 1997.

VOGEL, S. Flowers offering fatty oil instead of nectar. In: Proceedings International Botanical Congress, 9., 1969, Seatle. Resumo... Seatle. 1969. p. 229.

VOGEL, S. Ölproduzierende Blumen, die durch ölsammelde Bienen bestäubt werden. Die Naturwissenschaften, v. 58, p. 1-58, 1971.

VOGEL, S. Öl statt necktar: die “ölblume”. Umschau, v. 73, p. 701-702, 1973.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Tropische und Subtropische Pflanzenwelt, v. 7, p. 285-547, 1974.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of the pollination ecology. Memoirs of the New York Botanical Garden, v. 55, p. 130-142, 1990.

VOGEL, S.; MACHADO, I.C. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE. Brazil. Plant Systematics and Evolution, v. 178, p. 153-178, 1991.

ZANELLA, F.C.V. a. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na Caatinga (NE do Brasil). In: Encontro Sobre Abelhas, 4., 2000, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto. 2000. p. 197-203.

ZANELLA, F.C.V. b. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. Apidologie, v. 31, p. 579-592, 2000.

MANUSCRITO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO ACTA BOTANICA BRASILICA

STIGMAPHYLLON PARALIAS JUSS. (MALPIGHIACEAE) E SUA POLINIZAÇÃO POR ABELHAS *CENTRIS* (HYMENOPTERA: APIDAE)

Elisangela Bezerra[1] e Isabel Cristina Machado[2]

RESUMO – (*Stigmaphyllon paralias* Juss. (Malpighiaceae) e sua polinização por abelhas *Centris* (Hymenoptera: Apidae)). A família Malpighiaceae encontra-se distribuída na faixa pantropical, representada por cerca de 1100 espécies agrupadas em 60 gêneros. *Stigmaphyllon* é um gênero de Malpighiaceae com cerca de 100 espécies, caracterizado por apresentar flores amarelas com androceu heteromórfico, estigmas alados semelhantes a folhas e grandes glândulas calicinais secretoras de óleo. A fenologia, biologia floral, sistema reprodutivo e a polinização de *S. paralias* foram estudadas no Parque Nacional do Catimbau, Agreste de Pernambuco (vegetação de Caatinga), entre março/2002 a março/2003, com observações complementares em áreas próximas a manguezais em Catuama, Goiana/PE. *Stigmaphyllon paralias* apresenta flores hermafroditas, zigomorfas, com corola amarela composta por cinco pétalas unguiculadas e oito elaióforos aderidos ao cálice. Apresenta flores ao longo de todo ano, com pico entre os meses de Setembro a Fevereiro. Os testes de polinização controlada revelaram que *S. paralias* é autoincompatível, reproduzindo-se também assexuadamente através de propagação vegetativa. *Centris aenea* e *C. fuscata* foram os principais polinizadores de *S. paralias* nos dois ecossistemas. A polinização cruzada, realizada exclusivamente por abelhas fêmeas da tribo Centridini, que visitam as flores à procura de óleos para compor a dieta de suas larvas, é a única forma de reprodução sexuada, sendo essencial na manutenção da variabilidade genética da planta.

Palavras-chave: Caatinga, flores de óleo, fenologia, melitofilia, Centridini.

ABSTRACT – (*Stigmaphyllon paralias* Juss. (Malpighiaceae) and its pollination by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae)). The family Malpighiaceae has a pantropical distribution and it

[1] Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). e-mail: eli.lucia@ig.com.br

[2] Departamento de Botânica, CCB, UFPE, CEP 50.372-970, Recife, Pernambuco, Brasil. e-mail: imachado@ufpe.br

contain about 1100 species in 60 genera. *Stigmaphyllon* is a genus of the Malpighiaceae with about 100 species. Yellow flowers with heteromorphic androecium, winged stigmas like leaves and large disc-shaped epithelial glands characterize it. Phenology, floral biology, breeding system and pollination of *S. paralias* were studied in the Parque Nacional do Catimbau, Agreste of Pernambuco (Caatinga vegetation), within March/2002 to March/2003, with complementary studies in mangrove areas nearly in Catuama, Goiana/PE. *Stigmaphyllon paralias* has hermaphrodite and zygomorphic flowers with five yellow unguiculate petals and eight elaiophores adhered to the calyx. It presents flowers during whole year and it has a flowering peak between September to February. The controlled pollination revealed that *S. paralias* is self-incompatible, and it reproduces asexually by vegetative propagation. *Centris aenea* and *C. fuscata* were the main pollinators of *S. paralias* in the two ecosystems. The cross-pollination is realized exclusively by female bees of Centridini tribe, which visit the flowers to collect oil to diet of theirs larvae. This is the only way to sexual reproduction, been essential to genetic variability of the plant.

Key-words: Caatinga, oil-flowers, phenology, melittophily, Centridini.

Introdução

O grande sucesso da irradiação das Angiospermas deveu-se, principalmente, aos processos de coevolução entre flor e polinizador, envolvendo adaptações morfológicas nos processos de polinização abiótica e elaborados mecanismos atrativos nas síndromes bióticas, onde a oferta de recompensas florais, nutritivas ou não, garante a repetição das visitas dos animais, promovendo assim a polinização (Faegri & van der Pijl 1979; Simpson & Neff 1981; Vogel 1990; Proctor *et al.* 1996).

Pólen e néctar eram as únicas recompensas florais nutritivas conhecidas oferecidas pelas flores de Malpighiaceae aos polinizadores, até a descoberta de Vogel (1969), o qual apresentou detalhes estruturais de glândulas presentes em Malpighiaceae e Krameriaceae, que antes acreditava-se ser rudimentos de nectários.

A partir destas observações, um novo leque se abriu na história da biologia floral, onde os óleos não-voláteis secretados pelos elaióforos eram coletados por um grupo restrito de abelhas fêmeas que, em adição ao pólen e ao néctar, faz uso do recurso na dieta de suas larvas (Vogel 1969, 1971, 1974, 1990; Anderson 1979; Neff & Simpson 1981; Simpson & Neff 1981, 1983; Lobreau-Callen 1983; Buchmann 1987; Machado 2002).

Espécies das famílias Iridaceae, Cucurbitaceae, Primulaceae, Orchidaceae, Solanaceae e Scrophulariaceae apresentam elaióforos tricomáticos, que podem estar localizados em áreas específicas da corola, nos estames ou na base do ovário (Vogel 1974; Simpson & Neff 1981, 1983; Buchmann 1987; Machado 2002) enquanto que representantes das famílias Krameriaceae, Malpighiaceae e também algumas espécies de Orchidaceae, apresentam elaióforos do tipo epitelial, nos quais as células epidérmicas secretoras armazenam o óleo sob uma fina cutícula (Vogel 1974; Simpson & Neff 1981, 1983; Buchmann 1987; Machado 2002).

No Novo Mundo, as abelhas responsáveis pela polinização das flores de óleo são fêmeas e solitárias, pertencentes à família Apidae e estão agrupadas em quatro tribos: Centridini, Ctenoplectrini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (*sensu* Michener 2000). Tais abelhas apresentam estruturas especializadas para a coleta dos óleos florais, cuja morfologia e posição estão diretamente relacionadas com o tipo de elaióforo utilizado como fonte de recurso (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Machado 2002). Nas Centridini, a presença de pentes no basitarso das pernas anteriores e medianas (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Michener 2000) as tornam hábeis na coleta de óleo, especialmente em flores de Malpighiaceae e Krameriaceae (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Buchmann 1987; Sazima & Sazima 1989; Machado 2002).

A família Malpighiaceae encontra-se distribuída na faixa pantropical, representada por cerca de 1100 espécies agrupadas em 60 gêneros (Anderson 1979; Vogel 1990). As espécies apresentam caracteres morfológicos relativamente homogêneos no que diz respeito ao número e arranjo dos verticilos florais, horário de abertura diurno e coloração variando entre o amarelo, róseo e branco, indicativos da síndrome da melitofilia (Anderson 1979; Faegri & van der Pijl 1979; Gottsberger 1986; Lobreau-Callen 1989; Vogel 1990).

Stigmaphyllon é um gênero de Malpighiaceae com cerca de 100 espécies, caracterizado por apresentar flores amarelas com androceu heteromórfico, estigmas alados semelhantes a folhas e grandes glândulas calicinais (Haumann-Merck 1913; Anderson 1986). A maior parte dos trabalhos realizados com flores deste gênero referem-se a estudos taxonômicos (Niedenzu 1899 *apud* Anderson 1986; Anderson 1986, 1987a, b). São raras as investigações sobre a biologia floral, os mecanismos reprodutivos e a ecologia da polinização com espécies de *Stigmaphyllon*, representadas apenas pelos trabalhos de Haumann-Merck (1913), em análise às flores de *S. littorale* (quando ainda não se sabia da existência dos elaióforos e acreditava-se que as glândulas calicinais secretavam néctar).

Gaglianone (2000) e Aguiar *et al.* (1995; 2003) fazem menção sobre as espécies de abelhas que utilizam as flores de *Stigmaphyllon lalandianum* (cerrado), *S. auriculatum* (caatinga) e outras duas espécies não identificadas do gênero como fontes de recurso na alimentação de suas larvas. Recentemente, Sigrist e Sazima (2004) apresentaram dados mais completos acerca da polinização e da biologia reprodutiva de *S. lalandianum* em floresta semi-decídua. Em levantamento realizado por Machado e Lopes (2004) a respeito dos sistemas de polinização na caatinga, *S. paralias* foi incorporado ao check-list das espécies analisadas.

Neste trabalho buscamos ampliar os conhecimentos sobre as interações ocorrentes entre as abelhas coletoras de óleo que compõem a guilda de polinizadores de *Stigmaphyllon paralias* Juss. em áreas próximas a manguezais no litoral de Pernambuco, Nordeste do Brasil e, principalmente, em área de Caatinga situada no Agreste do Estado, ecossistema no qual informações sobre a ecologia da polinização de flores do gênero e suas estratégias de reprodução são inexistentes.

Material e métodos

Locais de estudo - O Nordeste brasileiro apresenta cerca de 58% de seu território coberto pela vegetação da Caatinga onde, no Estado de Pernambuco, esse número chega a 80%, abrangendo áreas de Agreste (Caatinga Hipoxerófila, caracterizada por solo profundo e vegetação levemente adensada) e Sertão (Caatinga hiperxerófila), com solos pouco profundos e vegetação espassada (Andrade-Lima 1981).

Os estudos de campo foram realizados no Parque Nacional do Catimbau (PARNA Catimbau), município de Buíque (8º37’30’’S 37º09’15’’W), distando ca. 300km do Recife, capital do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, durante o período de março/2002 a março/2003, com visitas mensais ao campo, perfazendo um total de 434 horas de observação.

O Parque compreende 62,3 mil hectares localizado em área de Caatinga, abrangendo os municípios de Buíque, Ibimirim e Tupanatinga, apresentando clima quente e seco (BS’hW), solo arenoso/pedregoso e vegetação típica da região semi-árida, com médias de precipitação em torno de 600mm/ano e 26°C de temperatura, com estação seca entre os meses de julho a março e estação chuvosa compreendendo os meses de abril a junho, onde a temperatura cai a 10°C (SUDENE 1990; Rodal *et al.* 1998; Gomes 1999).

As observações no PARNA Catimbau foram realizadas em três áreas: 1) as partes mais elevadas da Chapada de São José (8°31’12’’S 37°14’42’’W, entre as cotas de 900 – 1000m), com vegetação perenifólia arbustiva típica de campo rupestre (Rodal *et al.* 1998); 2) Sítio

Serra Branca (8°31’25’’S e 37°14’08’’W), com 930m de altitude e distando cerca de sete quilômetros da Vila do Catimbau, apresentando vegetação de caatinga arbustiva com elementos de campo rupestre e 3) Canion (8°35’05’’S e 37°15’12’’W), também com aproximadamente 930m de altitude onde se observa vegetação de caatinga de areia.

Para amostrar possíveis diferenças entre a composição da guilda de abelhas coletoras de óleo de *S. paralias*, foram feitos estudos comparativos em áreas abertas, próximas a manguezais, localizada na Praia de Catuama (7º33’S, 35º00’W), município de Goiana/PE, sendo registrados os polinizadores bem como a freqüência de suas visitas durante três dias, totalizando 24 horas. Análises complementares foram realizadas no Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco.
Fenologia e Biologia floral - O acompanhamento fenológico de S. paralias foi realizado exclusivamente nas populações da Caatinga, na Chapada de São José e no Sítio Serra Branca, sendo feito através da contagem direta das flores ao longo do ano em agrupamentos marcados e acompanhados mensalmente em cada uma das áreas (seis agrupamentos na Chapada e cinco no Sítio Serra Branca). O padrão de floração foi determinado de acordo com as classificações de Gentry (1974) e Newstrom et al. (1994).

Foram feitas observações acerca da morfologia, coloração, horário de abertura, duração e seqüência da antese floral e verificados o número de botões e de flores abertas/ inflorescência/dia.

A receptividade estigmática foi detectada através da reação com permanganato de potássio 0,25% (Robinsohn 1924), sendo as flores recém abertas submersas em solução por cinco minutos e posteriormente lavadas com água destilada, sendo a área corada fortemente em vermelho correspondente à área receptiva.

Grãos de pólen das três classes de estames (os que apresentam anteras pequenas, médias e grandes) foram retirados e colocados separadamente, uma antera/lâmina, em lâminas histológicas com solução de sacarose XX% para observação da formação inicial do tubo polínico.

A viabilidade polínica foi determinada através da técnica de coloração citoplasmática utilizando-se carmim acético 2% (Radford *et al.* 1974), sendo utilizados os grãos retirados de todas as anteras de 10 botões em pré-antese escolhidos aleatoriamente, em diferentes indivíduos, os quais foram colocados em lâminas histológicas separadamente, uma antera/lâmina, corados com o reagente e contados em sua totalidade com auxílio do microscópio ótico e lamínula milimetrada. O número de grãos obtidos na contagem foi

utilizado para o cálculo de razão pólen-óvulo da espécie, sendo utilizado como indicador do sistema reprodutivo (Cruden 1977).

Sistema reprodutivo - O sistema reprodutivo da espécie foi estudado através de experimentos de ocorrência de agamospermia, autopolinização espontânea e manual e polinização cruzada (Radford *et al.* 1974). Os tratamentos de polinização controlada foram realizados nas populações ocorrentes no Sítio Serra Branca, onde botões em pré-antese foram ensacados com papel semi-permeável, sendo utilizados um mínimo de 30 flores de diferentes indivíduos para cada teste. A fim de se observar a taxa de formação de frutos sob condições naturais, foram marcadas 156 flores aleatoriamente, distribuídas nas três áreas do PARNA Catimbau, sendo acompanhadas para a confirmação da formação de frutos.

Visitantes florais - O comportamento dos visitantes florais e o recurso por eles procurados foram registrados através de observações visuais diretas no campo em horários variados ao longo do dia, complementado através de registros fotográficos. A freqüência, duração e horário das visitas foram analisadas durante dois dias no pico de floração da espécie, das 05:00h até as 17:00h em cada uma das áreas, totalizando 96h de observação.

As abelhas visitantes foram classificadas quanto ao tamanho como grandes (os de comprimento $\geq$ 12mm) ou pequenas (< 12mm) *sensu* Frankie *et al.* (1983) e quanto à eficiência, como polinizadores ou pilhadores. Representantes de cada espécie foram capturados, montados, conservados à seco e enviados à especialistas para identificação, encontrando-se depositados na coleção do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva de UFPE como espécimes-testemunho.

Ramos florais e frutíferos foram herborizados e depositados no Herbário UFP (Professor Geraldo Mariz) da Universidade Federal de Pernambuco como espécimes-testemunho (Nº 35.638).

Análises estatísticas - As análises estatísticas foram realizadas através do software BioEstat 2.0 (Ayres *et al.* 2000), a fim de se verificar diferenças significativas acerca da viabilidade polínica entre os diferentes estames de *S. paralias*, bem como em relação aos cruzamentos manuais de xenogamia e a polinização natural nas diferentes áreas de estudo.

Resultados

Morfologia floral - *Stigmaphyllon paralias* é uma planta de porte herbáceo (Fig. 1A) com flores zigomorfas dispostas em umbelas terminais apresentando de quatro a dez flores. O cálice é composto por cinco sépalas esverdeadas nas quais encontram-se aderidos os elaióforos, geralmente em número de oito (55,95%), mas podendo apresentar-se em número de dez (26,57%), nove (16,08%) ou até sete (1,4%) glândulas por flor (N=143). A corola é formada por cinco pétalas unguiculadas de coloração amarelo dourado intenso, com a pétala estandarte tendo sua base mais alargada e rija (Fig. 1B). Os diâmetros médios apresentados pelos verticilos protetores foram de 0,65cm (dp=0,1) e 3,25cm (dp=0,44) para cálice e corola, respectivamente (N=30).

O gineceu apocárpico apresenta três carpelos fortemente aderidos porém individualizados, uniloculares, com um único óvulo por lóculo (Fig. 2A) que, quando fecundados, originam três sâmaras. As papilas estigmáticas (Fig. 2A) encontram-se receptivas logo após a abertura floral, sendo esta a única área corada do estigma, cuja coloração natural é de um verde mais acentuado, destacando-se assim das alas estigmáticas.

O androceu heteromórfico de deiscência rimosa (Fig. 2B) é composto por três estaminódios estéreis e sete estames férteis com conectivos bastante desenvolvidos e anteras apresentando diferentes tamanhos (duas pequenas, duas médias e três grandes) e também diferentes quantidades de grãos de pólen (Tab. 1), não havendo, contudo, variações morfológicas e/ou fisiológicas aparentes. A germinação dos grãos observada em solução de sacarose revela que todos têm potencial de fecundação.

A análise estatística dos dados revela que há diferença significativa entre o número de grãos de pólen viáveis e inviáveis na flor ($g = 6,7$; *g.l.* = 2; $p < 0,05$). Entre as diferentes classes de estames, valores significativos foram verificados apenas entre as anteras médias e grandes ($X^2 = 6,6$; *g.l.* = 1; $p < 0,01$). A razão P/O encontrada resultou em uma proporção de 8.487 grãos para cada óvulo.

Seqüência da antese - As flores de *S. paralias* encontram-se atrativas aos visitantes por três dias e receptivas desde o primeiro dia de antese. Os botões abrem-se gradativamente, geralmente um a um, com intervalos de 24, 48h ou mais, de modo que é possível observar na inflorescência flores em diferentes estágios de antese, com duas a seis flores abertas/inflorescência. A abertura total da flor se dá entre 5:00h e 5:30h, quando as pétalas opostas ao estandarte começam a levantar, liberando as demais pétalas imbricadas. Por volta das 6:00h as anteras se tronam deiscentes. Dependendo da intensidade das visitas, no segundo

dia da antese, as flores apresentam anteras com poucos grãos de pólen e os elaióforos, sem brilho, recebendo poucas e rápidas visitas.

Após 86h de abertura, a corola, estames, estigmas e elaióforos encontram-se ressecados, com as pontas das pétalas amarronzadas, anteras sem pólen, estilete prostrado e papilas estigmáticas escurecidas. Na restinga de Catuama, a duração da antese de *S. paralias* foi semelhante ao observado no PARNA Catimbau, porém, à medida em que iam envelhecendo, as pétalas iam perdendo a pigmentação, ficando esbranquiçadas (Fig. 1C).

Fenologia da floração - *Stigmaphyllon paralias* apresenta produção de flores ao longo do ano, com período de pico variável em relação às diferentes áreas de estudo (Fig. 3). No Sítio Serra Branca, foram observados os agrupamentos mais densos com os mais altos indivíduos (ca. 1m), atingindo o pico de floração no mês de novembro. Na Chapada, o maior número de flores expostas aos visitantes ocorreu em janeiro. Nessas áreas, o pico de floração coincidiu com a estação seca da região.

Sistema reprodutivo - Os resultados dos testes de polinização controlados revelaram que *S. paralias* é uma espécie autoincompatível, não sendo observados frutos formados a partir dos tratamentos de agamospermia, autopolinização espontânea e manual (Tab. 2). Os testes de polinização natural revelaram diferenças significativas nas três áreas de estudo no PARNA Catimbau ($g = 50,9$; *g.l.* = 2; $p < 0,001$), sendo porém, muito mais expressivos em relação à Chapada de São José ($X^2 = 39,7$; *g.l.* = 1; $p < 0,001$ entre a Chapada e o Sítio Serra Branca; $X^2 = 29,4$; *g.l.* = 1; $p < 0,01$ entre a Chapada e o Canion; $X^2 = 37,4$; *g.l.* = 1; $p < 0,001$ entre a Chapada e os testes de xenogamia).

Além de se reproduzir sexuadamente através da polinização cruzada, também foi observada propagação vegetativa, comprovada através da realização de escavações nos locais de estudo. Visitantes florais - Os visitantes de *Stigmaphyllon paralias* foram exclusivamente abelhas fêmeas que procuravam as flores em busca de óleo e pólen (Tab. 3). Na Caatinga, foram observados apenas duas abelhas que por seu comportamento foram classificadas como polinizadores, *Centris aenea* e *C. fuscata* (Fig. 4A). Além das espécies de *Centris*, *Plebeia minima* e *Trigona spinipes* também foram vistas forrageando as flores em busca de pólen (Tab. 3). O maior número de polinizadores de *S. paralias* foi encontrado na vegetação litorânea de Catuama, onde seis espécies coletavam óleo de suas flores (Fig. 4B; Tab. 3).

No PARNA Catimbau, *Centris fuscata* (Fig. 5A) foi o polinizador mais freqüente, iniciando suas atividades por volta das 5:00h (Fig. 4A), atingindo o pico de visitas entre as

9:00h e 11:00h, não sendo mais observada após as 16:00h. As primeiras visitas de *C. aenea* (Fig. 5B, C) foram registradas a partir das 6:00h, apresentando horário de maior atividade semelhante à *C. fuscata,* encerrando suas atividades por volta das 14:00h (Fig. 4A).

Trigona spinipes visitou esporadicamente as flores *S. paralias*, coletando pólen com suas mandíbulas e pernas anteriores, sendo verificados danos às estruturas reprodutivas (gineceu e androceu), após suas visitas. *Plebeia minima* forrageava os grãos diretamente das anteras e também os que tinham sido depositados por sobre os estigmas, em decorrência da visitas dos Centridini.

Em Catuama, as atividades de forrageamento das abelhas iniciaram por volta das 6:30h, com as visitas de *Centris fuscata* e *C. leprieuri,* seguidas por *C. aenea* (Fig. 4B). A partir das 7:00h, foram observados todos os outros visitantes florais, ocorrendo no início da tarde os picos de maior atividade. Neste período, porém, as visitas eram mais rápidas, destacando-se o aumento considerável no número de visitas de *C. aenea* e *C. flavifrons* (Fig. 5D) que, além das flores, foram também vistas raspando os elaióforos dos botões em pré-antese.

A freqüência de *C. fuscata* em Catuama foi bastante inferior em relação à observada no Catimbau, cessando suas atividades por volta das 14:00h (Fig. 6). Verificou-se que *C. tarsata* manipulava apenas os dois pares de glândulas mais próximos à pétala estandarte, sendo a única a vibrar as flores para obtenção também de pólen.

O comportamento de coleta dos óleos florais pelos Centridini de maior porte (Tab. 3) foi semelhante. A aproximação é frontal, orientando-se a partir da pétala estandarte, a qual serve de apoio no momento do pouso da abelha, que prende-se à sua base com as mandíbulas para se fixar à flor. Com as pernas anteriores e medianas, o óleo é coletado através da raspagem dos elaióforos, sendo transferido para as escopas das pernas posteriores em pleno vôo, pairado em frente à flor visitada. Por vezes, as abelhas passavam as pernas na parte ventral do tórax, misturando o óleo aos grãos ali aderidos durante a coleta.

Discussão

Morfologia floral - O tipo ecológico floral disco (Faegri & van der Pijl 1979) e as demais características morfológicas apresentadas por *S. paralias* como coloração, horário da antese e simetria zigomorfa, são associados à melitofilia (Percival 1965; Faegri & van der Pijl 1979), em especial à síndrome de flores de óleo, tão representativa na família Malpighiaceae (Anderson 1979; Gottsberger 1986; Lobreau-Callen 1989; Vogel 1990).

Estigmas semelhantes à folhas, devido às expansões do tecido do estilete, são características marcantes do gênero como descrito por Hauman-Merck (1913) nas observações de *S. littorale* e Anderson (1986), em análise à várias espécies (*S. adenophorum,*

S. aberrans, S. florosum, S. singulare e *S. floribundum*). Esse tipo estigmático faz com que os estames se localizem abaixo das alas do estigma, sem entrar em contato com as áreas receptivas do mesmo, impedindo a autopolinização espontânea (Hauman-Merck 1913) e também conferindo uma certa proteção aos grãos contra a ação das abelhas coletoras de pólen.

Nos poucos estudos realizados com flores do gênero (Hauman-Merck 1913; Anderson 1986, 1987 a, b; Sigrist & Sazima 2004), a presença de estaminódios não foi verificada e/ou mencionada, nem mesmo por Carvalho *et al* (2005)ao analisar flores de *S. paralias*.

De acordo com Vogel (1978), Bernhardt (1996) e Walker-Larsen & Harder (2000), os estaminódios podem apresentar funções de atração e sinalização dos polinizadores às flores; mimetismo de estruturas florais que oferecem o recurso procurado; provimento de recursos que não o pólen; apresentação secundária de pólen; promoção de dicogamia em determinadas espécies ou ainda, proteger o ovário através da fusão dos estaminódios ao seu redor. A formação de estaminódios também pode ser resultado da limitação de nutrientes (Ronse Decraene & Smets 2001), o que pode causar não só a redução como o desaparecimento completo dos estames (Rodriguez-Riano *et al.* 1999).

A heteranteria também é outro aspecto extremamente novo em flores de óleo. Para flores de pólen, esse fenômeno caracteriza-se por diferenças morfológicas que distinguem estames pequenos, também denominados de estames para alimentação (Lopes & Machado 1996), geralmente presentes em grande número, condensado em tufos e localizado na parte superior da flor, apresentando coloração mais conspícua e atrativa aos polinizadores (Vogel 1978; Lopes & Machado 1996) dos estames grandes ou estames de fertilização, presentes em menor número e localizados na porção inferior da flor (Vogel 1978; Lopes & Machado 1996).

Em *S. paralias* essa distinção não é presente e, como o recurso oferecido aos polinizadores é o óleo floral, não podemos usar a classificação de estames para alimentação e fertilização, como descrito para *Swartzia pickelli* (Lopes & Machado 1996). Além disso, a ausência de variações morfológicas e/ou fisiológicas nos grãos de pólen dos diferentes estames e a germinação dos mesmos observada em solução de sacarose revela que todos os grãos têm potencial de fecundação.

Devido a carência de trabalhos em flores de *Stigmaphyllon*, torna-se difícil uma discussão mais apurada sobre o papel da heteranteria e dos estaminódios, podendo esses fenômenos estarem associados à economia de recursos, produzindo apenas a quantidade de grãos necessária à reprodução da espécie, pois, como analisado por Cruden (1977), uma razão P/O de dois a sete grãos são suficientes para maximizar o número de flores polinizadas e o percentual de sementes formadas.

Seqüência da antese - A presença de flores em diferentes estágios de antese e sua manutenção numa mesma inflorescência proporciona à planta uma economia de investimentos em recursos atrativos visuais (atrativos secundários *sensu* Percival 1965; Faegri & van der Pijl 1979), sendo a coloração intensa da corola do maciço de flores responsável pela atração dos visitantes à inflorescência que, em busca do recurso, visitaria as flores mais jovens, efetuando assim a polinização, semelhante ao observado por Buchmann (1977) e Bezerra & Machado (2003) em flores do gênero *Solanum.*

As alterações observadas no conjunto de estames e elaióforos, como ressecamento das anteras e a perda do brilho das glândulas respectivamente, podem ser indícios de adaptações que visam redirecionar os visitantes às flores novas (Gori 1983), servindo como indicativos da diminuição do recurso ao polinizador, que por sua vez, aumenta a razão de flores visitadas e evita a remoção dos grãos já depositados no estigma e possíveis danos às estruturas reprodutivas (McDade & Kinsman 1980; Gori 1983).

Fenologia da floração - A produção de flores de *S. paralias* ao longo do ano enquadra a espécie no padrão cornucópia apresentado por Gentry (1974) e no padrão contínuo de Newstrom *et al.* (1994), o que a torna uma importante fonte de recurso aos seus polinizadores. O pico de floração ocorre entre o final do período de chuvas da região e início da estação seca, semelhante ao observado por Gaglianone (2000) em análise a *S. lalandianum*, o qual apresenta, contudo, uma curta fase de floração.

A variação espaço-temporal do pico de floração nas diferentes áreas de estudo e a sincronia da abertura das flores entre diferentes populações pode estar relacionada com a necessidade de se promover polinizações cruzadas (Janzen 1980), como observado em *B. sericea* por Teixeira & Machado (2000), o que se encaixa com as exigências apresentadas por *S. paralias*, visto ser uma espécie autoincompatível, favorecendo assim o fluxo gênico entre os agrupamentos.

O mesmo foi descrito por Waser (1983) em análise às flores de *Ipomopsis aggregata*, proporcionando um maior número de flores disponíveis aos polinizadores por um período de tempo mais longo, sendo uma forma de atração aos visitantes e uma adaptação às pressões bióticas (Schaik *et al.* 1993).

Sistema reprodutivo - A ausência de frutos decorrentes dos experimentos de autopolinização espontânea e manual, associado ao resultado da razão P/O indicam que *S. paralias* é autoincompatível e xenógama obrigatória (Cruden 1977). Além da barreira genética, a

hercogamia promovida pelas alas estigmáticas evitam que grãos de pólen da mesma flor caiam sobre as papilas estigmáticas e impeçam a germinação dos grãos decorrentes de polinizações efetivas. O mesmo foi verificado por Hauman-Merck (1913), em análise às flores de *S. littorale*, atribui às alas uma função de barreira mecânica.

Os resultados observados nos testes de polinização natural (controle), principalmente na Chapada de São José, podem estar relacionados com o pouco grau de fidelidade dos polinizadores, visto que ao término de sua rota às flores de *S. paralias*, as abelhas forrageavam flores de outras famílias (Solanaceae, Krameriaceae, Labiatae, Lythraceae e Malvaceae) à procura de pólen, néctar e/ou óleo, promovendo cruzamentos interespecíficos.

Também nesta área, os agrupamentos se localizavam mais distantes uns dos outros e o maciço de flores de um agrupamento era resultante de um único indivíduo. Dessa forma, as Centridini estariam promovendo a geitonogamia entre flores autoincompatíveis (*sensu* Webb & Lloyd 1986), formando uma barreira aos grãos compatíveis decorrentes de sucessivas visitas para coleta de óleo em flores de um mesmo agrupamento.

A reprodução vegetativa desenvolvida por *Stigmaphyllon paralias* pode ter sido uma alternativa encontrada pela espécie para adensar os agrupamentos, tornando-os mais atrativos aos seus polinizadores e diminuindo a distância entre populações, o que, com o decorrer do tempo, elevaria as taxas de reprodução sexuada, garantindo a variabilidade genética da espécie.

Visitantes florais - A guilda de polinizadores de *S. paralias* nos dois ecossistemas estudados é composta exclusivamente por abelhas *Centris*, cujo comportamento de forrageamento do recurso indica a capacidade de polinizações bem sucedidas durante suas visitas às flores.

As abelhas da tribo Centridini são endêmicas dos Neotrópicos, encontrando-se intimamente relacionada com flores de Malpighiaceae, decorrente da coevolução iniciada com o isolamento entre os continentes Africano e Americano (Vogel 1990). Suas visitas são direcionadas para coleta de óleos florais que são utilizados na composição do alimento de suas larvas em adição ao pólen (Simpson & Neff 1981; Sazima & Sazima 1989; Buchmann 1987; Vogel 1990; Michener 2000; Machado 2002).

Centris fuscata é uma espécie com ampla distribuição geográfica (Zanella 2000; Aguiar *et al.* 2003), tendo sido registrada visitando flores de outras espécies de *Stigmaphyllon* na região de São João do Cariri/PB (Aguiar *et al.* 1995, 2003) e em várias espécies de Malpighiaceae em diversos locais observadas por outros autores (Albuquerque & Rêgo 1989; Rêgo & Albuquerque 1989; Aguiar *et al.* 1995; Vinson *et al.* 1997; Albuquerque 1998 *apud*

Aguiar *et al.* 2003; Silva & Martins 1999; Teixeira & Machado 2000; Ramalho & Silva 2002; Aguiar *et al.*2003), sendo classificada como um dos principais polinizadores das espécies analisadas.

Comparando a freqüência de suas visitas observadas no Catimbau e em Catuama, podemos classificá-la como o principal polinizador de *S. paralias* nas áreas de Caatinga em estudo, bem como pelo seu comportamento. Sua atuação na região litorânea, contudo, foi bastante contrastante, superando apenas o número de visitas registradas para *C. tarsata*, uma espécie que, pelo seu tamanho em relação às flores, torna-se pouco eficiente.

Centris aenea apresenta-se distribuída na Caatinga, Cerrado e, em alguns casos, estende-se às regiões áridas da Argentina (Zanella 2000), sendo encontrada também em Campos Rupestres (Faria 1994 *apud* Aguiar *et al.* 2003), Restinga (Silva & Martins 1999; Freitas *et al.* 1999; Ramalho & Silva 2002) e Mata Atlântica (Teixeira & Machado 2000).

Sua presença foi registrada nos dois ecossistemas estudados, diferindo apenas em relação ao horário de pico de atividade de visitas às flores de *S. paralias*. No Catimbau, o horário em que suas atividades se encerravam coincidia com período de maior intensidade de forrageamento em Catuama.

Ao contrário do observado por Carvalho *et al.* (2005) na Bahia, as visitas às flores de *S. paralias* começaram logo cedo, especialmente na Caatinga. A análise da freqüência dos visitantes nos dois ecossistemas revela ainda que, sob condições de intensa competição pelo recurso, as flores de *S. paralias* recebem quase duas vezes mais o número de visitas, sendo um indicativo dos benefícios da diversidade de polinizadores na reprodução das plantas.

Na região litorânea as abelhas aumentaram sua área de forrageamento, visitando um maior número de flores em decorrência da sobreposição dos nichos, aumentando as chances de uma polinização cruzada. Já na Caatinga, os visitantes percorriam as flores do mesmo agrupamento várias vezes, pois, sendo o recurso ainda abundante devido à pequena diversidade/quantidade de abelhas, especialmente na Chapada, o deslocamento entre diferentes agrupamentos promoveria um gasto energético desnecessário.

As grandes abelhas *Centris* visitaram as flores de *Stigmaphyllon paralias* exclusivamente para extração dos óleos florais, visto a quantidade de pólen apresentada ser pequena, comparando-se a outras espécies de Malpighiaceae. *Centris tarsata* foi a única abelha observada vibrando as anteras para obtenção de pólen de *S. paralias*, talvez para compensar a energia gasta no forrageamento das flores, visto sua falta de habilidade na manipulação dos elaióforos decorrente do cálice em relação ao seu tamanho, o que restringe a sua coleta de óleos apenas aos dois pares de glândulas mais próximos da pétala estandarte.

Esse comportamento de coleta de grãos de pólen através da vibração das anteras em flores de deiscência não poricida foi descrito inicialmente por Buchmann (1983, 1985), em observações realizadas em flores de *Rubus parviflorus* (Rosaceae), *Argemone arizonica* (Papaveraceae) e *Cucurbita foetidissima* (Cucurbitaceae). Desde então, trabalhos realizados por outros autores são encontrados na literatura fazendo menção a essa transferência de comportamento das abelhas em relação à deiscência das flores (Lopes & Machado 1996; Rêgo & Albuquerque 1989; Vogel & Machado 1991; Santos & Machado 1998; Freitas *et al.* 1999; Teixeira & Machado 2000).

As grandes abelhas *Centris* também foram observadas vibrando flores de *Byrsonima gardneriana*, tanto no Catimbau quanto em Catuama (observações pessoais) porém, a ausência deste comportamento nas flores de *S. paralias* corrobora com o fato da espécie oferecer, como única recompensa aos seus polinizadores, os óleos florais produzidos pelas glândulas, semelhante ao observado por Gaglianone (2000).

Fica claro, portanto, a importância da manutenção das interações entre as abelhas especializadas na coleta de óleos e as flores de *Stigmaphyllon paralias,* estando os benefícios dessa relação representados pela reprodução sexuada da planta e no equilíbrio ecológico das espécies de *Centris*, garantindo a manutenção de populações viáveis deste importante grupo de polinizadores, beneficiando indiretamente um grande número de espécies vegetais do ecossistema ao qual fazem parte.

Agradecimentos: À Valéria Carvalho e Mary Janice pela companhia e auxílio no trabalho de campo; à Tarcila Nadia pelas fotos aqui apresentadas; à Luciana Teixeira pela ajuda nos desenhos esquemáticos; aos Drs. Fernando Zanella e Isabel Alves dos Santos, pela identificação das abelhas e à CAPES e ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências bibliográficas

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:** 101-117.

Aguiar, C.M.L.; Zanella, F.C.V.; Martins, C.F. & Carvalho, C.A.L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. **Neotropical Entomology 32:** prelo.

Albuquerque, P.M.C. & Rêgo, M.M.C. 1989. Fenologia de visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia,* Malpighiaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica 5:** 163-178.

Anderson, C. 1986. Novelties in *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae). **Systematic Botany 11:** 20-130.

Anderson, C. 1987 a. *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae) in Mexico, Central America and the West Indies. **Contributions from the University of Michigan Herbarium 16:** 1-48.

Anderson, C. 1987 b. Two new species of *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae) from South America. **Contributions from the University of Michigan Herbarium 16:** 49-53.

Andrade-Lima, D. 1981. The Caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica 4:** 149-163.

Ayres, M.; Ayres, Jr. M., Ayres, D.L. & Santos, A.S. 2000. **BioEstat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas.** Sociedade Civil Mamirauá e CNPq.

Bernhardt, P. 1996. Anther adaptation in animal pollination. Pp: 192-220. In: W.G. D'Arcy & R.C. Keatting (Ed.). **The anther.** Cambridge University Press, Cambriedge.

Bezerra, E.L.S. & Machado, I.C. 2003. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica 17:** 249-259.

Buchmann, S.L.; Jones, C.E. & Colin, L.J. 1977. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in Southern California. **The Wasman Journal Biology 35:** 1-25.

Buchmann, S.L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. Pp:73-111. In: C.E. Jones & R.J. Little (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology.** Scientific and Academic Editions. New York.

Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics 18:** 343-369.

Cruden, R.W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution 31:** 32-46.

Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. **The principles of pollination ecology.** 3ª ed. Pergamon Press. London.

Freitas, B.M.; Alves, J.E.; Brandão, G.F. & Araújo, Z.B. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science 133:** 303-311.

Frankie, G.W.; Haber, W.A.; Opler, P.A. & Bawa, K.S. 1983. Pp: 411-447. Characteristics and organization of large bee pollination systems in the Costa Rican dry forest. In: C.E.

Jones & R.J. Little (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology.** Scientific and Academic Editions. New York.

Gaglianone, M.C. 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de Cerrado. Pp: 246-252. In: **Anais do IV Encontro sobre Abelhas.** Ribeirão Preto 2000. São Paulo.

Gentry, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica 6:** 64-68.

Gomes, A.P.S. 1999. **Florística e fitossociologia da vegetação arbustiva subcaducifólia no município de Buíque-PE.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Gori, D.F. 1983. Post-pollination phenomena and adaptative floral changes. Pp: 31-49. In: C.E. Jones & R.J. Little (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology.** Scientific and Academic Editions. New York.

Gottsberger, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical Savannas and Forest. **Plant Systematics and Evolution 152:** 29-45.

Hauman-Merck, L. 1913. Observations sur la pollination d'une Malpighiacée du genre *Stigmaphyllon*. **Review of the Institute Bot. Univ. Bruxelles 9:** 21-27.

Janzen, D.H. 1980. **Ecologia vegetal nos trópicos.** Temas de Biologia Vol. 7 EPU: Editora da Universidade de São Paulo.

Lobreau-Callen, D. 1983. Insects pollinisateurs et pollen des fleurs à élaiophores. **Bulletin Museum Natn. Histoire Naturelle 4 B, Adansonia 2:** 205-212.

Lopes, A.V.F. & Machado, I.C. 1996. Biologia floral de *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Leguminosae-Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). **Revista Brasileira de Botânica 19:** 17-24.

Machado, I.C. 2002. Flores de óleo e abelhas coletoras de óleo floral: conceitos, distribuição e revisão. Pp. 129-135. In: **Anais do V Encontro Sobre Abelhas.** Ribeirão Preto 2002. São Paulo.

McDade, L. & Kinsman, S. 1980. The impact of floral parasitism in two neotropical hummingbird pollinated plant species. **Evolution 34:** 944-958.

Michener, C.D. 2000. **The bees of the world**. The John Hopkins University Press. Baltimore, London.

Neff, J.L. & Simpson, B.B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function and use in systematics. **Journal of the Kansas Entomological Society 54:** 95-123.

Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica 26:** 141-159.

Percival, M. 1965. **Floral biology.** Pergamon Press.

Proctor, M.; Yeo, P. & Lack, A. 1996. **The natural history of pollination.** USA. Harper Collins Publishers.

Ramalho, M. & Silva, M. 2002. Relação Centridini - flora oleífera: influência sobre a diversidade em uma comunidade tropical. Pp. 122-128. In: **Anais do IV Encontro Sobre Abelhas.** Ribeirão Preto 2002. São Paulo.

Rêgo, M.M.C. & Albuquerque, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica 5:** 179-193.

Robinsohn, I. 1924. Die farbungsreaktion der narbe, stigmatochromie, als morpho-biologische blütenuntersuchungs methode. **Sitzungsberichten Akademischer der Wissenschaft Wién, Mathematics, Abteilung 133:** 180-213.

Rodal, M.J.N.; Andrade, K.V.A.; Sales, M.F. & Gomes, A.P.S. 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. **Revista Brasileira de Botânica 58:** 517-526.

Santos, M.J.L. & Machado, I.C. 1998. Biologia floral e heterostilia em *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Clusiaceae). **Acta Botanica Brasilica 12:** 451-464.

Schaik, C.P.; Terborgh, J.W. & Wright, S.J. 1993. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review Ecological Systematics 24:** 353-377.

Silva, M.C.M. & Martins, C.F. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo-PB, Brasil). **Princípia 7:** 40-51.

Simpson, B.B. & Neff, J.L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden 68:** 301-322.

Simpson, B.B. & Neff, J.L. 1983. Evolution and diversity of floral rewards. In: C.E. Jones, R.J. Little (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology.** Scientific and Academic Editions. New York.

SUDENE. 1990. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Recife, Pernambuco.

Teixeira, L.A.G. & Machado, I.C. 2000. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica 14:** 347-357.

Vinson, S.B.; Williams, H.J.; Frankie, G.W. & Shrum, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). **Biotropica 29(1):** 76-83.

Vogel, S. 1969. Flowers offering fatty oil instead of nectar. Pp: 229. In: **XI Proceedings International Botanical Congress.** Seatle.

Vogel, S. 1971**.** Ölproduzierende Blumen, die durch ölsammelde Bienen bestäubt werden. **Die Naturwissenschaften 58:** 1-58.

Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt 7:** 285-547.

Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of the pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden 55:** 130-142.

Vogel, S. & Machado, I.C. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE. Brazil. **Plant Systematics and Evolution 178:** 153-178.

Walker-Larsen, J. & Harder, L.D. 2000. The evolution of staminodes in Angiosperms: patterns of stamen reduction, loss, and functional re-invention. **American Journal of Botany 87:** 1367-1384.

Waser, N.M. 1983. Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. In: C.E. Jones, R.J. Little (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology.** Scientific and Academic Editions. New York.

Webb, C.J. & Lloyd, D.G. 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in Angiosperms II. Herkogamy. **New Zealand Journal of Botany 24:** 163-178.

Zanella, F.C.V. 2000. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na Caatinga (NE do Brasil). Pp. 197-203. In: **Anais do IV Encontro Sobre Abelhas.** Ribeirão Preto. São Paulo.

Tabela 1. Resultados de viabilidade polínica e do número de grãos encontrado nas flores de *S. paralias*, demonstrando diferentes valores para cada classe de estames que compõem o androceu heteromórfico.

Tipo de anteras	**Nº de estames/ flor**	**Nº de grãos de pólen/antera/flor**	**Grãos de pólen viáveis (%)**	**P/O**
Pequenas	2	1.625/3.250	93,23	1.083
Médias	2	2.445/4.890	88,02	1.630
Grandes	3	5.774/17.322	96,34	5.774
Total/flor	7	25.462	94,01	8.487

Tabela 2. Resultados dos experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo de *S. paralias* e das observações de polinização natural nas três áreas de estudo do Parque Nacional do Catimbau/PE.

Tratamento		**Nº de flores/ Nº de frutos***	**Sucesso Reprodutivo (%)**
Agamospermia		30/0	0
Autopolinização espontânea		30/0	0
Autopolinização manual		30/0	0
Polinização cruzada		30/26	86,66
Polinização natural	Chapada	75/2	2,66
	Sítio Serra Branca	45/38	84,44
	Canion	36/23	63,88

* três sementes/fruto

Lista de figuras

Figura 1. *Stigmaphyllon paralias.* A) agrupamento em Catuama evidenciando seu porte herbáceo; B) flor recém aberta apresentando intensa coloração; C) final do período de antese, no qual as flores apresentam-se murchas, com estames amarronzados e pétalas esbranquiçadas.

Figura 2. Desenho esquemático de *S. paralias* A) características do gineceu típicas do gênero: alas (a) papilas estigmáticas (p) e (B) detalhes do androceu heteromórfico composto pelos estamonódios (e) e por anteras de diferentes dimensões.

Figura 3. Fenologia de *S. paralias* em duas áreas do Parque Nacional do Catimbau/PE (——= Chapada São José; — · ·= Sítio Serra Branca).

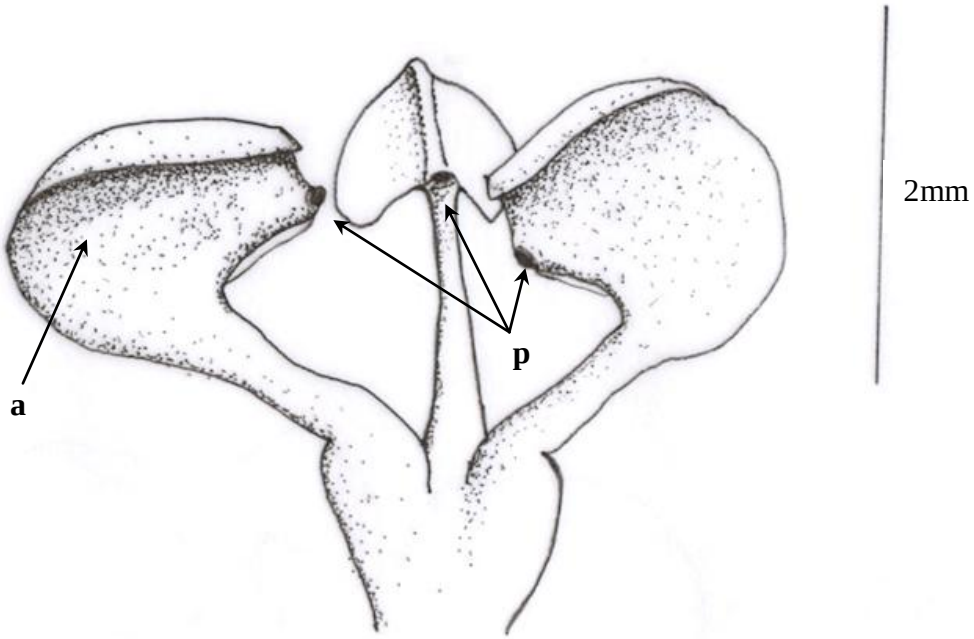
Figura 4. Freqüência dos Centridini em flores de *S. paralias* observada no Parque Nacional do Catimbau (A) e em Catuama (B).

Figura 5. Espécies de *Centris* visitantes de *S. paralias* A) vista lateral de *C. fuscata*; B e C) *Centris aenea*, manipulando os elaióforos. Notar em B o detalhe de suas mandíbulas presas à base da pétala estandarte (seta) e em C, a utilização das pétalas inferiores como apoio durante o forrageamento; D) *C. flavifrons*, tocando as papilas estigmáticas durante coleta do óleo floral.

Figura 6. Análise comparativa entre as freqüências de visitas das espécies de *Centris* ocorrentes no Parque Nacional do Catimbau (linhas) e em Catuama (barras)

Figura 1

A)



B)

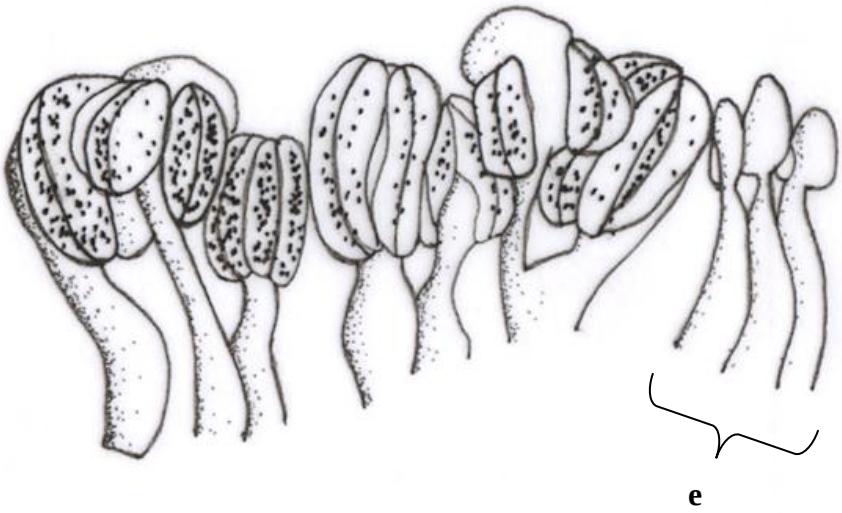


Figura 2

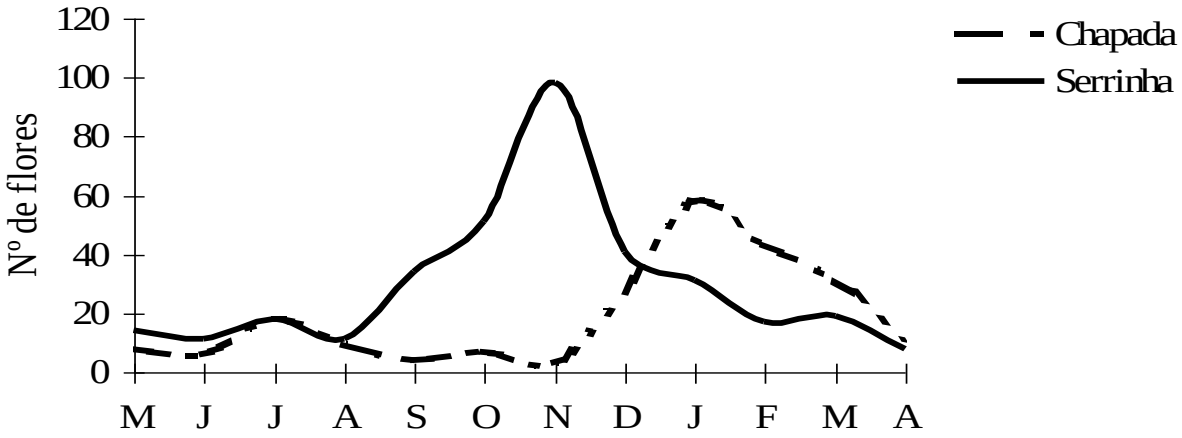

120
100
80
60
40
20
0
Nº de flores
M J J A S O N D J F M A
Chapada
Serrinha

Figura 3

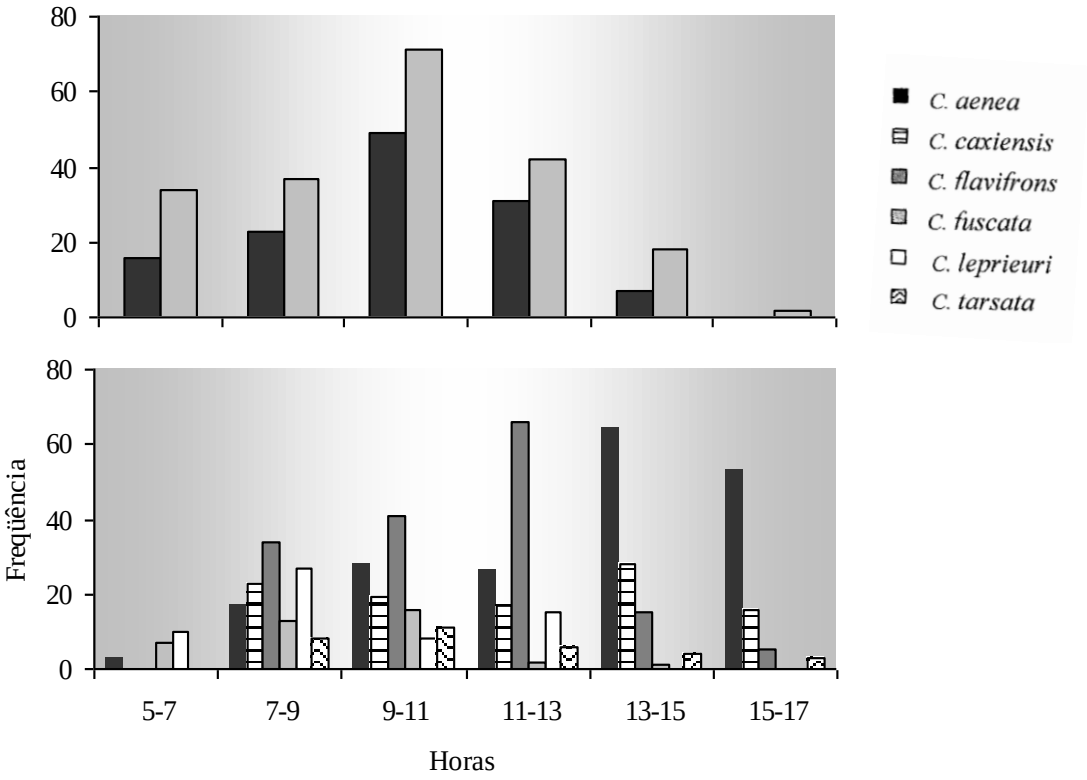

80
60
40
20
0
80
60
40
20
0
Freqüência
5-7
7-9
9-11
11-13
13-15
15-17
Horas
C. aenea
C. caxiensis
C. flavifrons
C. fuscata
C. leprieuri
C. tarsata

Figura 4

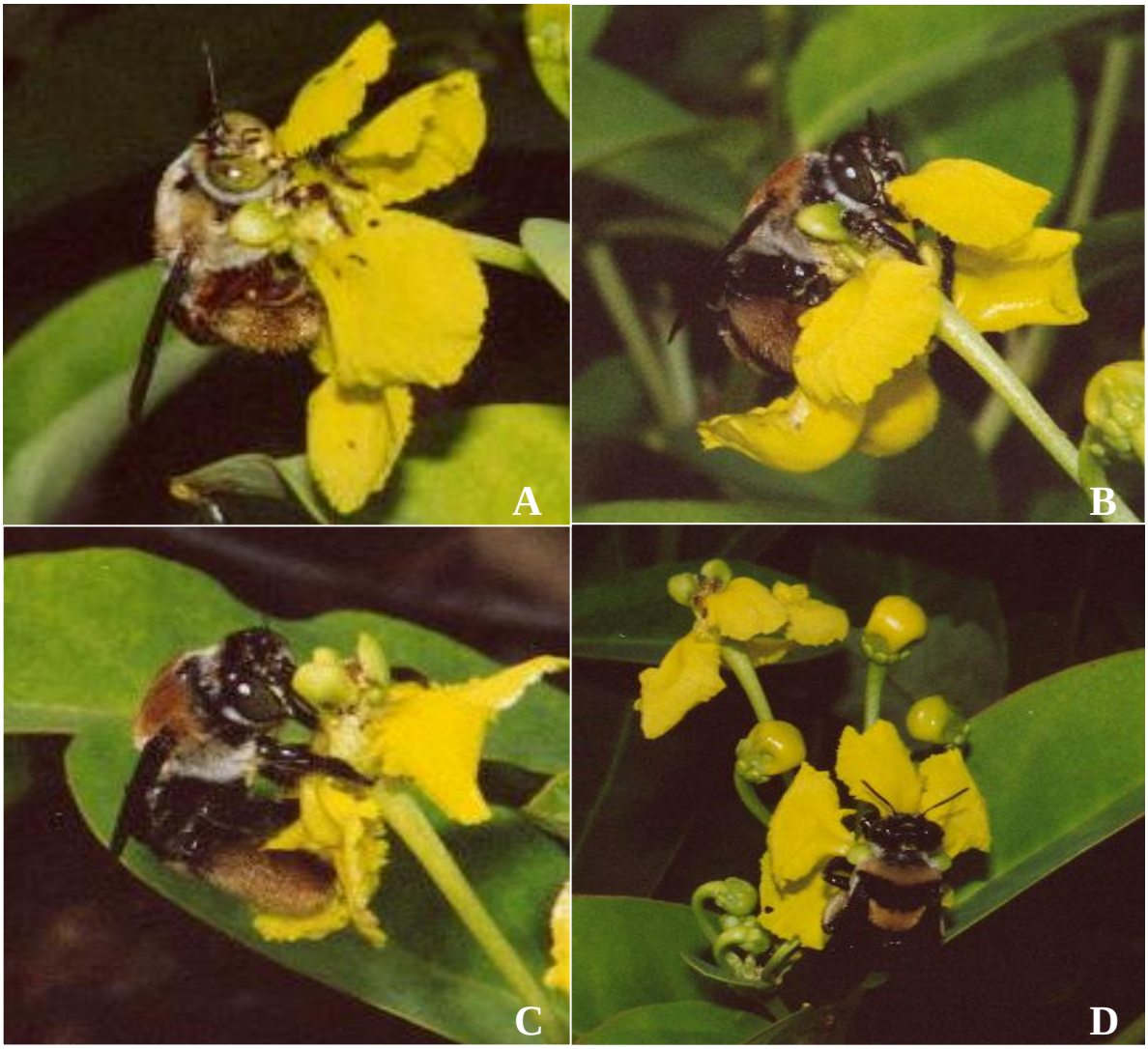


Figura 5

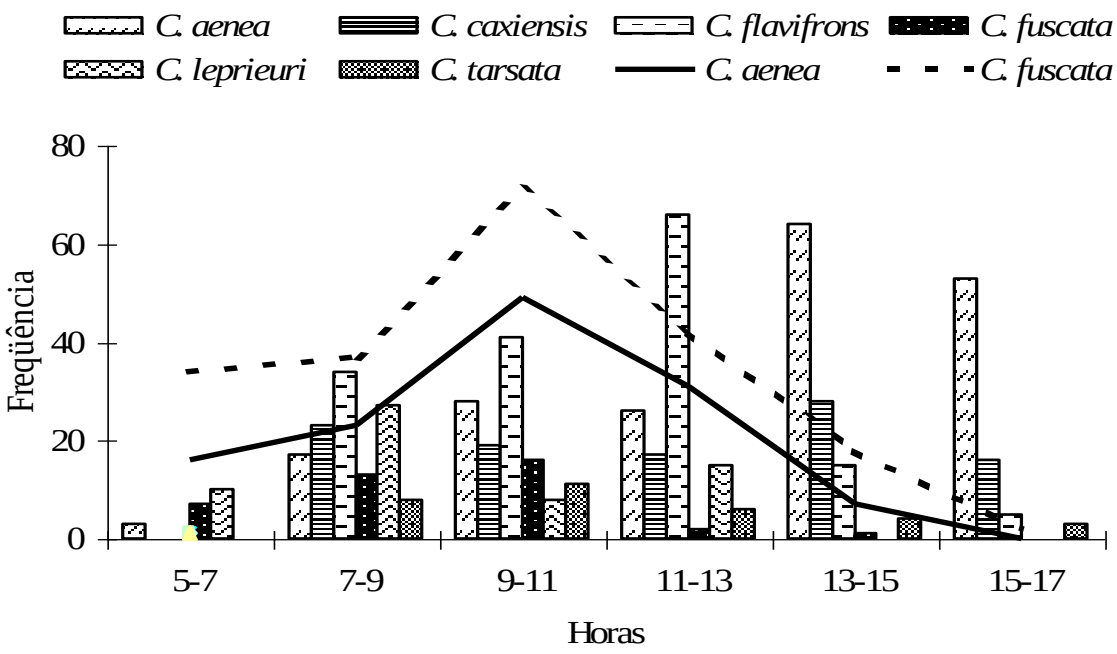

C. aenea
C. caxiensis
C. flavifrons
C. fuscata
C. leprieuri
C. tarsata
C. aenea
C. fuscata
80
60
40
20
0
Freqüência
5-7
7-9
9-11
11-13
13-15
15-17
Horas

Figura 6

MANUSCRITO ENVIADO PARA A REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA

Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no Nordeste do Brasil[1]

ELISANGELA SANTANA BEZERRA[2,4], ARIADNA VALENTINA LOPES[3] e

ISABEL CRISTINA MACHADO[3]

---

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco.

2. Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Rua Prof. Nelson Chaves s/n, 50372-970 Recife, PE, Brasil.

3. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Rua Prof. Nelson Chaves s/n, 50372-970 Recife, PE, Brasil.

4. Autor para correspondência: eli.lucia@ig.com.br

ABSTRACT – (Reproductive biology of *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) and interactions with *Centris* bees (Centridini) in northeastern Brazil). The pollination ecology, the reproductive system and the flowering phenology of *Byrsonima gardnerana* were studied in a "Caatinga" area of the Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco state, Brazil. The species is a shrub with hermaphrodite and zygomorphic flowers, which change color after pollination, with oil as primary floral resource. Flowering pattern is annual, lasting 4-5 months, occurring along the dry season. The species is self-incompatible, has elevated pollen viability and high pollen/ovule ratio. Eleven species of bees were observed visiting the flowers of *B. gardnerana*, nine of them behaving as pollinators (seven *Centris* spp.) and two as pollen thieves. Bees of the genus *Centris* were the most frequent and effective floral visitors, collecting oil and also pollen, in this case vibrating the anthers, always contacting the reproductive structures of the flowers. The flowers of *B. gardnerana* are, therefore, an important resource to specialized native bees that feed their larvae with floral oils, hence guarantying frequent visits to the flowers.

Key-words - Caatinga, oil-flowers, phenology, Restinga, self-incompatibility

RESUMO – (Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no Nordeste do Brasil). A polinização, o sistema reprodutivo e a fenologia da floração de *Byrsonima gardnerana* foram estudados em uma área de Caatinga situada no Parque Nacional do Catimbau, Agreste de Pernambuco. *Byrsonima gardnerana* é uma espécie arbustiva com flores hermafroditas e zigomorfas, que mudam de cor em decorrência da polinização. O recurso floral primário é o óleo. O padrão de floração é anual, durando 4-5 meses, ao longo da estação seca. A espécie é auto-incompatível, apresenta alta viabilidade polínica e elevada razão pólen/óvulo. Foram observadas 11 espécies de abelhas visitando as flores de *B. gardnerana*, nove delas atuando como polinizadoras (sete espécies de *Centris*) e duas como pilhadoras de pólen. As espécies de *Centris* foram as mais freqüentes e efetivas, coletando óleo e pólen, neste caso vibrando as anteras, sempre contatando as estruturas reprodutivas das flores. Flores de *B. gardnerana* constituem, portanto, importante fonte de alimento para as abelhas especializadas nativas, cuja necessidade dos óleos florais na composição da dieta de suas larvas garante constantes visitas.

Palavras-chave - auto-incompatibilidade, Caatinga, fenologia, flores de óleo, Restinga

Introdução

Flores que oferecem óleo como recompensa para seus polinizadores ocorrem em nove famílias de Angiospermas, sendo duas de Monocotiledôneas (Iridaceae e Orchidaceae) e sete de Eudicoteledôneas *sensu* APG II (Calceolariaceae, Cucurbitaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Plantaginaceae, Primulaceae e Solanaceae), somando 79 gêneros e, aproximadamente, 2.400 espécies distribuídas por todo o mundo (Buchmann 1987, Machado 2002, 2004, Alves dos Santos *et al*. 2007).

Sendo óleo um atrativo primário (Anderson 1979, Vogel 1990), secretado por glândulas especializadas denominadas elaióforos (Vogel 1974, Simpson & Neff 1983), as flores de óleo têm como principais polinizadores abelhas fêmeas da tribo Centridini, que utilizam este recurso na dieta de suas larvas, sendo consideradas seus polinizadores-chave (*e.g.* Buchmann 1987, Alves dos Santos *et al.* 2007).

As abelhas da tribo Centridini são especializadas na coleta de óleos florais que é mediada por um conjunto de pêlos especiais localizados geralmente no basitarso das pernas anteriores e medianas (*e.g.* Vogel 1974, Neff & Simpson 1981, Simpson & Neff 1981). A similaridade no comportamento de coleta do recurso por estas abelhas é bastante conhecido, sendo citado por vários autores como forte indício de co-evolução com as flores de óleo de Malpighiaceae (Anderson 1979, Simpson & Neff 1981, Buchmann 1987, Vogel 1990, Machado 2002, 2004).

A família Malpighiaceae possui *ca.* 60 gêneros e 1.100 espécies predominantemente tropicais, dos quais aproximadamente 47 gêneros e 950 espécies encontram-se exclusivamente no continente americano, apresentando hábitos que variam de herbáceos perenes a arbustivos e arbóreo de grande porte, sendo, entretanto, as lianas o grupo mais expressivo (Anderson 1979, Sazima & Sazima 1989, Vogel 1990). As espécies apresentam estrutura floral, horário de antese e coloração das pétalas relativamente homogêneos, todos indicativos da síndrome da melitofilia (Anderson 1979, Faegri & Pijl 1979, Gottsberger 1986, Vogel 1990).

Com relação ao gênero *Byrsonima*, estudos acerca da ecologia da polinização são encontrados para vários ecossistemas: Cerrado (Gottsberger 1986, Barros 1992, Gaglianone 2000), Floresta Atlântica (Teixeira & Machado 2000), Floresta Estacional Semidecidual (Sazima & Sazima 1989, Vinson *et al*. 1997, Sigrist & Sazima, 2004), Restinga (Albuquerque & Rêgo 1989, Rêgo & Alkbuquerque 1989, Freitas *et al*. 1999, Silva & Martins, 1999; Ramalho & Silva 2002) e Savana Amazônica (Benezar & Pessoni 2006). Porém, citações para estudos realizados em Caatinga são inexistentes, sendo encontradas apenas referências em

trabalhos de levantamento de espécies de abelhas *Centris* (Aguiar & Martins 1997, Zanella 2000a, b) e sobre a flora explorada por estas abelhas (Martins 1994, 1995, Aguiar *et al*. 1995, 2003).

Este trabalho teve como objetivo analisar a fenologia da floração, a morfologia e biologia floral e o sistema reprodutivo de *Byrsonima gardnerana* A. Juss., bem como suas relações com as abelhas Centridini em uma área de Caatinga em Pernambuco. Foram realizadas ainda observações paralelas em populações da espécie ocorrentes na região litorânea do mesmo Estado, a fim de se comparar a comunidade de polinizadores nos dois ecossistemas, bem como discutir a interação de *Apis mellifera* com as abelhas autóctones polinizadoras da espécie.

Material e métodos

Locais de estudo – Os estudos de campo foram realizados no Parque Nacional do Catimbau (Parna Catimbau; 8º32'14'' a 8º35'12'' S e 37º14'42'' a 37º15'02'' W), município de Buíque, situado no Agreste Pernambucano, distando 285 km da capital Recife. As observações foram feitas no período de março/2002 a março/2003, através de visitas mensais com duração de quatro a seis dias, perfazendo um total de 446 horas.

O Parna Catimbau é uma das poucas unidades de conservação de proteção integral em área de Caatinga, abrangendo um polígono de 600,7 km^2 ao longo dos municípios de Buíque, Tupanatinga e Ibimirim/PE. Apresenta clima quente e seco (BS'hW - Köppen), solo arenoso/pedregoso e vegetação variando entre Caatinga típica da Região Semi-Árida e zonas de mosaicos com elementos de Campo Rupestre e Cerrado. A precipitação e temperatura médias anuais giram em torno de 600 mm e 26 °C, respectivamente, sendo os meses de março a junho o período de chuvas mais intensas na região (Sudene 1990, Rodal *et al*. 1998) (figura 1).

Para amostrar possíveis diferenças entre a guilda de abelhas coletoras de óleo relacionadas com a composição vegetacional, três sub-áreas foram escolhidas para a realização das observações de campo: 1) Chapada São José (8°34'61'' S; 37°13'63'' W) – pertence à Formação Tacaratu entre as cotas de 900 - 1.000 m; apresenta vegetação arbustiva perenifólia, marcada por elementos típicos de Campo Rupestre, crescendo em solo de arenito quartzítico e conglomerados (Rodal *et al*. 1998). 2) Sítio Serra Branca (8°33'23'' S; 37°15'08'' W) – distando *ca.* 7 km da Chapada São José, apresenta vegetação de Caatinga arbustiva e elementos de Cerrado (SNE 2002) e altitude de 885 m; e 3) Cânion (8°32'05'' S; 37°15'12'' W) – situado a *ca.* 5 km da segunda área, apresentando altitude aproximada de 930 m e vegetação com fisionomia similar a do Sítio Serra Branca.

Observações paralelas em setembro de 2002 foram também realizadas em uma área de Restinga com aproximadamente um hectare, situada próxima ao manguezal do litoral da Praia de Catuama (7º33' S; 35º00' W), município de Goiana/PE, totalizando 30 horas de observações.

Fenologia da floração – A fenologia da floração foi observada através do acompanhamento mensal de 10 indivíduos marcados em cada uma das três áreas do Parna Catimbau, seguindo a metodologia sugerida por Fournier (1974). O padrão de floração foi determinado de acordo com as classificações propostas por Gentry (1974) e Newstrom et al. (1994).

Biologia floral – Foram feitas observações acerca da morfologia, tamanho, coloração e horário de antese floral, além do número de botões e de flores abertas/inflorescência/dia. A fim de se verificar a existência de padrões de mudanças florais na espécie e se a polinização acarreta alterações na duração e seqüência da antese (Gori 1983), foram realizados três tipos de experimentos, cada um com cinco flores distribuídas em diferentes indivíduos: 1) flores foram marcadas na fase de botão, permanecendo expostas aos visitantes até 48 horas após o início da antese (tratamento controle); 2) botões, em pré-antese, foram encobertos com sacos de papel semi-permeável e, após sua abertura, as flores foram polinizadas manualmente com pólen de flores de outros indivíduos (polinização cruzada), sendo então re-ensacadas até a senescência floral; 3) botões, em pré-antese, foram encobertos com sacos de papel semi-permeável, permanecendo intactos até a senescência floral. Todas as flores foram observadas em intervalos de três horas a partir do início de cada tratamento, sendo estas realizadas até às 17h00 de cada dia.

A receptividade estigmática foi detectada através da reação com permanganato de potássio 0,25% (Robinsohn 1924). A viabilidade polínica foi estimada através da coloração do citoplasma com carmim acético 2% (Radford *et al*. 1974), utilizando 10 flores coletadas aleatoriamente em diferentes indivíduos.

A razão pólen/óvulo (*sensu* Cruden 1977) foi estimada através da contagem dos grãos de pólen de 15 botões em pré-antese com auxílio de câmara de Neubauer (Moura *et al*. 1987), preparados de acordo com a metodologia descrita por Lloyd (1972), e da contagem dos óvulos, destes mesmos botões, sob microscópio estereoscópico.

Sistema reprodutivo – O sistema reprodutivo da espécie foi estudado através de experimentos de autopolinização espontânea, autopolinização manual e polinização cruzada, além da verificação de ocorrência ou não de agamospermia (Radford *et al*. 1974) realizados em oito indivíduos. Em todos os tratamentos os botões foram encobertos em pré-antese com

sacos de papel semi-permeável, sendo utilizados um mínimo de 30 botões de diferentes indivíduos para cada teste.

A fim de se observar formação de frutos em condições naturais, 611 flores, distribuídas nas três áreas do Parna Catimbau (cinco indivíduos/área), foram marcadas e acompanhadas até a formação ou não de frutos. Testes de freqüência floral (teste G) foram aplicados para verificar diferenças na formação natural de frutos entre as diversas áreas de estudo, utilizando-se software BioEstat 3.0 (Ayres *et al*. 2003).

Visitantes florais – O comportamento dos visitantes florais, a duração, o horário das visitas e o recurso floral por eles procurado foram registrados através de observações visuais diretas no campo, em horários variados ao longo do dia, complementadas através de registros fotográficos em plantas focais. A freqüência de visitas foi analisada durante nove dias, das 5h00 às 16h00, no pico de floração da espécie, totalizando 99 horas de observação, distribuídas entre a Chapada São José, o Sítio Serra Branca e o Cânion, no Parna Catimbau, e a Restinga de Catuama, na proporção de 3:1:3:2 dias, respectivamente, de acordo com o período de floração de cada sub-área.

Na Chapada São José e no Cânion as observações foram realizadas em cinco indivíduos, com um número médio de 40 flores abertas/indivíduo durante o período. No Sítio Serra Branca, a alta intensidade de visitas de *Centris* impossibilitou sua quantificação nos indivíduos como um todo, ficando as observações restritas a seis inflorescências.

As abelhas visitantes foram classificadas quanto ao tamanho como (a) pequenas (comprimento < 12 mm) ou (b) médio-grandes (≥ 12 mm) *sensu* Frankie *et al*. (1983) e quanto à eficiência na polinização como (a) polinizadores, quando sempre contatavam as estruturas reprodutivas ao coletar o recurso, ou (b) pilhadores, quando não contatavam as estruturas reprodutivas e/ou danificavam as anteras e/ou estigmas, por vezes destruindo-os completamente.

Material biológico – Representantes de cada espécie de visitante floral foram capturados, montados, conservados à seco e enviados a especialistas para identificação, encontrando-se depositados na coleção de polinizadores do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva da UFPE como espécimes-testemunho. Material testemunho de *Byrsonima gardnerana* foi depositado no Herbário da Universidade Federal de Pernambuco como espécime-testemunho (UFP N. 35.637).

Resultados

Fenologia da floração – Foram observadas variações quanto ao início e ao pico de floração de *B. gardnerana* nas diferentes áreas de estudo (figura 2). No Sítio Serra Branca, os primeiros botões começaram a abrir em setembro, atingindo o pico de produção de flores no mês de dezembro, com um número médio de 18,78 $\pm$ 4,11 flores por inflorescência/dia (n = 30). O período de floração estendeu-se até o início de fevereiro, quando foram observadas flores esparsas em alguns indivíduos (figura 2).

No Cânion, área com maior concentração de indivíduos, os quais eram os mais altos e frondosos, a média de flores/inflorescência foi de 16,70 $\pm$ 3,40 (n = 30). Nesta área a floração teve início em novembro, sendo encontradas algumas flores esporádicas, atingindo o pico no mês de fevereiro.

Na Chapada São José, as primeiras flores também foram vistas em setembro em apenas dois indivíduos, porém o pico foi atingido mais tardiamente, em dezembro, tendo número médio de flores por inflorescência semelhante (15,19 $\pm$ 2,98; n = 30).

Hábito e morfologia floral – *Byrsonima gardnerana* apresenta porte arbustivo em todas as áreas amostradas. As flores são zigomorfas, hermafroditas e dispostas em racemos terminais. A corola possui diâmetro médio de 1,74 $\pm$ 0,07 cm, sendo composta por cinco pétalas livres e alvas, sendo a pétala superior, denominada estandarte, diferenciada por apresentar unguículo alargado. Cada flor contém cinco pares de glândulas epiteliais elípticas produtoras de óleo, todas funcionais, localizadas na face externa de cada sépala. O androceu é formado por 10 estames cujas anteras são amarelas e apresentam deiscência longitudinal e grãos de pólen brancos e pulverulentos. O gineceu é composto por ovário súpero, unicarpelar e uniovular, apresentando três estiletes livres com estigmas puntiformes.

Seqüência da antese – Em cada inflorescência abrem-se *ca.* duas a três flores por dia, a maioria no início da manhã, entre 5h00 e 5h30, embora tenham sido observados botões iniciando o processo de abertura em horários variados do dia até o início da tarde.

Os experimentos para verificação da seqüência de antese revelaram diferentes respostas das flores a cada tratamento. No primeiro dia do experimento controle, as flores, com seus estigmas já receptivos e anteras deiscentes, apresentam pétalas e elaióforos alvos. Ao final do segundo dia (*ca.* 36 horas após o início da antese), as pétalas estão murchas e recurvadas para baixo, com a base avermelhada e as anteras esbranquiçadas e ressecadas. Os elaióforos e a pétala estandarte apresentam, neste momento, coloração avermelhada mais intensa. No início do terceiro dia, pétalas e estames encontram-se ressecados e caem ao toque.

As flores previamente ensacadas, polinizadas manualmente (polinização cruzada), apresentaram duração, coloração e seqüência de antese semelhantes ao tratamento controle (polinização natural), sendo, porém, observada maior resistência da flor em relação às pétalas e estames, permanecendo vistosas (com pétalas estendidas) por *ca.* 60 horas. As flores ensacadas que não foram polinizadas nem natural, nem manualmente, duraram aproximadamente 72 horas e sua coloração permaneceu inalterada ao longo de todo período de antese.

Sistema reprodutivo – A viabilidade polínica média foi de 97,8%; o número médio de grãos de pólen por flor (e conseqüentemente a razão pólen-óvulo, visto que a flor possui um único óvulo) foi de 268.000 $\pm$ 13.832 grãos para cada óvulo/flor.

Os testes de polinização manual revelaram que *Byrsonima gardnerana* é auto-incompatível (tabela 1), não havendo formação de frutos nos tratamentos de agamospermia, nem nos de autopolinizações espontânea ou manual.

As flores expostas aos polinizadores revelaram diferenças quanto ao percentual de frutos formados (condições naturais) nas três sub-áreas do Parna Catimbau (tabela 1). Os testes estatísticos mostraram que essas diferenças foram significativas (G = 19,9; gl = 3; P < 0,001) (tabela 1).

Visitantes florais – Abelhas fêmeas do gênero Centris foram os visitantes florais mais representativos observados em Byrsonima gardnerana tanto nas três sub-áreas de Caatinga, quanto na área de Restinga estudadas (tabela 2). Apesar das diferenças na composição vegetacional das sub-áreas de Caatinga, a guilda das espécies de Centris visitantes de B. gardnerana foi semelhante, variando apenas a freqüência de visitas (figura 3). Na área de Restinga, além das cinco espécies encontradas na Caatinga, foram ainda registradas duas outras (*C. nitens* e *C. leprieuri*). Estas abelhas visitavam as flores para coleta de óleo e também pólen, por meio da vibração dos estames.

Outras abelhas procuravam as flores exclusivamente em busca de pólen (tabela 2): *Augochloropsis* sp., vista nas flores de *B. gardnerana* apenas na área de Restinga (Praia de Catuama), coletando pólen de forma ativa (vibração); *A. mellifera*, encontrada apenas no Cânion; *Plebeia minima*, observada no Sítio Serra Branca coletando pólen residual deixado nas pétalas pelas abelhas grandes ou diretamente nas anteras de *B. gardnerana*, sem entretanto, efetuar a polinização (tabela 2); e *Trigona spinipes*, presente tanto na Chapada São José quanto no Sítio Serra Branca, coletando pólen. Sua atividade causava sérios danos às estruturas florais reprodutivas, destruindo completamente os estames e, por vezes, os estiletes.

A Chapada São José apresentou o menor número de visitas em relação às demais áreas de estudo. As abelhas iniciavam suas atividades de coleta por volta das 6h00, estendendo-se até as 14h00 (figura 3A). No Cânion, na população formada por indivíduos mais jovens, onde a freqüência de visitas pôde ser realizada, esta análise revelou o período de maior atividade ocorrendo entre as 7h00 e 11h00 (figura 3B), diminuindo gradativamente até as 16h00. Nesses indivíduos, *C. caxiensis* foi a abelha mais freqüente, seguida de *C. aenea, C. tarsata, C. fuscata, C. flavifrons* e *Apis mellifera*. A freqüência vespertina dos visitantes foi mais acentuada nas flores que se abriam tardiamente, sendo estas preferidas em detrimento das que iniciaram a antese pela manhã.

Por sua vez, nos indivíduos do Cânion que apresentavam maior porte e com mais ramificações, as visitas às flores iniciaram mais cedo, por volta das 5h00, sendo observada dezenas de indivíduos de *A. mellifera* ao mesmo tempo, em uma única planta de *B. gardnerana*. Suas visitas eram relativamente demoradas, levando em média de três até *ca.* cinco minutos. A coleta de pólen era feita com as pernas anteriores e medianas. Por um período aproximado de 4 horas (das 5h00 às 9h00), esta espécie predominava sobre as demais, apresentando comportamento "territorialista" e agonístico, reunindo-se em duas ou três contra as abelhas nativas. Após esse horário, sua presença diminuía sensivelmente ocorrendo visitas rápidas e esporádicas, passando a ser observado o predomínio das Centridini até as 15h00, quando cessavam as visitas.

Nas populações localizadas no Sítio Serra Branca, *C. aenea* foi novamente o visitante mais freqüente, assim como na Chapada São José, seguida por *C. fuscata, C. caxiensis, C. tarsata* e *C. flavifrons*. *Plebeia minima* e *Trigona spinipes* foram registradas visitando as flores de *B. gardnerana* nesta área, comportando-se como pilhadoras (tabela 2).

Centris tarsata foi a menor espécie de Centridini observada nas flores de *B. gardnerana*. O seu tamanho limitava a coleta de óleo apenas aos três pares de glândulas mais próximos da pétala estandarte. Em todas as áreas de estudo, seu período de maior atividade coincidia com o horário em que as abelhas grandes tornavam-se menos freqüentes, provavelmente devido à diminuição do volume de óleo secretado.

Na Restinga, as visitas iniciaram por volta das 5h00, destacando-se *C. aenea, C. flavifrons* e *C. fuscata* em número de indivíduos e, por conseguinte, na intensidade de visitas.

As espécies de *Centris* apresentaram comportamento similar entre si, aproximando-se da flor frontalmente e prendendo-se, através das mandíbulas, ao ungüículo da pétala estandarte. A raspagem dos elaióforos era realizada com as pernas anteriores (que alcançavam as quatro glândulas mais próximas da pétala estandarte) e medianas (com as quais raspavam

as demais glândulas), com movimentos rápidos, de baixo para cima e de frente para trás (figura 4-7). Com as pernas posteriores as abelhas maiores apoiavam-se nas flores próximas para se equilibrarem.

As primeiras visitas do dia eram dedicadas à coleta do óleo floral, que se mostrava abundante. *Centris aenea* (figura 4) foi um dos principais visitantes de *B. gardnerana* na Chapada São José, onde também foram registradas a presença de *C. fuscata* (figura 5), *C. caxiensis* (figura 6), *C. tarsata* e *C. flavifrons* (figura 7), coletando óleo floral e pólen e *Trigona spinipes*, único pilhador de pólen (tabela 2). *Centris flavifrons* e *C. fuscata* ainda foram vistas raspando os elaióforos não só de flores, mas também de botões de *B. gardnerana.*

Com a diminuição da quantidade de óleo, no decorrer do tempo, as abelhas raspavam ligeiramente as glândulas e intensificavam a coleta de pólen, agarrando e vibrando as anteras. Uma nuvem de pólen era observada, sendo os grãos depositados na região ventral do tórax dessas abelhas, havendo, contudo, uma perda considerável do recurso durante a coleta realizada por *Centris caxiensis, C. tarsata* e *Augochloropsis* sp.

A transferência dos recursos pelos Centridini era realizada após visitas a várias flores, friccionando as escopas (localizadas nas pernas posteriores) nas pernas anteriores e medianas para armazenamento dos óleos florais e ainda no ventre, para mistura do óleo com os grãos de pólen. O contato com a região estigmática ocorria durante as visitas tanto para coleta de óleo quanto de pólen, sendo a polinização do tipo esternotríbica.

Discussão

Padrão fenológico – De acordo com as classificações usuais de padrões fenológicos, *Byrsonima gardnerana* se enquadra no padrão cornucópia descrito por Gentry (1974), apresentando floração anual de acordo com proposições de Newstrom *et al*. (1994), que se caracteriza pela intensa produção de flores durante várias semanas, podendo durar de 1-5 meses.

Este padrão foi também encontrado em várias espécies do gênero para diferentes ecossistemas: *Byrsonima sericea* DC. em Floresta Atlântica (Teixeira & Machado 2000); *B. coccolobifolia* H.B. & K., *B. crassa* Nied., *B. guilleminiana* A. Juss., *B. laxiflora* Griseb., *B. subterranea* Brade & Markgr., *B. umbellata* Mart. ex A. Juss., *B. verbascifolia* Rich. ex Juss. por Barros (1992) numa área de Cerrado e *Byrsonima coccolobifolia* em savana amazônica (Benezar & Pessoni 2006), sendo possivelmente uma estratégia comum nas plantas do gênero e independente do tipo vegetacional, de solo ou clima.

A variação espaço-temporal do pico de floração observada entre as populações de *B. gardnerana* das três sub-áreas estudadas no Parna Catimbau foi também observada por Waser (1983) em diferentes populações de *Ipomopsis aggregata* (Polemoniaceae), podendo ser um atenuante da competição intra-específica, promovendo ainda uma maior disponibilidade do recurso floral aos seus visitantes.

A floração de *B. gardnerana* na Caatinga ocorreu logo após o período de chuvas na região, apresentando flores durante toda a estação seca. O mesmo foi registrado para outras espécies do gênero em diferentes ecossistemas (*e.g.* Albuquerque & Rêgo 1989, Barros 1992, Teixeira & Machado 2000, Benezar & Pessoni 2006, Costa *et al*. 2006).

A produção massiva de flores após as chuvas indica que a água pode ser o fator para o desencadeamento da floração de *B. gardnerana*, fato constatado para outras espécies de Caatinga por Machado *et al.* (1997). Esta formação vegetacional apresenta forte sazonalidade e irregularidade na distribuição das chuvas, fatos que podem promover ajustes no comportamento fenológico das espécies (Schaik *et al*. 1993). Martins *et al*. (1999) comentam sobre observações de eventos de floração mais intensos em *Malpighia emarginata* (acerola) em períodos que foram antecedidos por chuvas ou irrigação em pomares cultivados na Paraíba (nordeste do Brasil).

A floração intensa no período de estiagem também promove o deslocamento do pico de frutificação para o início da estação chuvosa, quando as sementes dispersas poderiam ter seus requerimentos hídricos necessários disponíveis, facilitando assim a germinação e o recrutamento de plântulas, como observado em diferentes espécies nos trabalhos de Janzen (1967), Frankie *et al.* (1974) e Primack (1987).

Morfologia floral – Os atributos florais apresentados por *B. gardnerana* como corola branca e zigomorfa, flores do tipo disco, antese diurna e, sobretudo, a oferta de óleo como recurso floral, permitem enquadrar a espécie na síndrome de melitofilia (*sensu* Faegri & Pijl 1979). A constância destes caracteres em Malpighiaceae gera um padrão para a maioria das espécies da família, podendo ter sido resultante dos processos de co-evolução difusa com os Centridini (Anderson 1979, Buchmann 1987, Vogel 1990, Machado 2002, 2004, Alves dos Santos *et al*. 2007),

Seqüência da antese – A antese diurna é uma característica comumente encontrada em diferentes espécies de Malpighiaceae (*e.g.* Barros 1992, Freitas *et al.* 1999, Teixeira & Machado 2000, Gaglianone 2000, Benezar & Pessoni 2006, Costa *et al*. 2006). Os dois últimos estudos relatam abertura assincrônica de alguns botões, como observado em *Byrsonima gardnerana*.

A duração de sua antese foi mais prolongada que nas espécies estudadas por Barros (1992), Freitas *et al*. (1999) e Teixeira & Machado (2000), nas quais as flores permaneceram abertas por, no máximo, um dia e meio. Se comparado o número de flores/inflorescência, verifica-se que *B. gardnerana* apresenta *ca.* 1/3 do número médio de flores em relação ao apresentado pelas demais espécies de Malpighiaceae analisadas nos referidos trabalhos. Tal déficit poderia estar sendo compensado pela manutenção das flores por dois ou por até três dias (caso não sejam polinizadas), funcionando assim como um atrativo visual para as abelhas às flores, como observado em espécies de Solanaceae por Buchmann *et al*. (1977) e Bezerra & Machado (2003).

Os experimentos de duração da antese realizados em *B. gardnerana* puderam comprovar que as alterações florais observadas ao longo da antese enquadram a espécie no segundo padrão apresentado por Gori (1983), no qual a polinização é o fenômeno responsável pela indução de mudanças no estado da flor, podendo antecipar ou adiar a senescência (Primack 1985, van Doorn 1997). A maior duração apresentada pelas flores polinizadas manualmente, em relação àquelas polinizadas naturalmente, pode ser em decorrência do fato de ter sido excluída a ação das abelhas, visto que a atividade de coleta para obtenção dos recursos florais promove atrito e oxidação decorrente da raspagem dos elaióforos, mordedura na base da pétala estandarte e vibração dos estames para a coleta de pólen.

Segundo Anderson (1979), alterações de cor da corola observadas ao longo da antese floral, apresentada por flores de Malpighiaceae, são indícios de adaptações que visam redirecionar os visitantes às flores novas, ampliando o número de flores visitadas (Gori 1983, van Doorn 1997), evitando ainda a remoção dos grãos já depositados no estigma e possíveis danos às estruturas reprodutivas (McDade & Kinsman 1980).

Sistema reprodutivo – Os resultados do tratamento de polinização manual de *B. gardnerana*, associados à elevada razão pólen/óvulo (P/O) e também à alta viabilidade polínica, são indicativos de xenogamia obrigatória, como descrito por Cruden (1977), permitindo classificar a espécie como auto-incompatível.

Auto-incompatibilidade também foi constatada em outras espécies do gênero (Rêgo & Albuquerque 1989, Teixeira & Machado 2000, Costa *et al*. 2006). Este sistema reprodutivo, entretanto, não é uma característica constante na família, como observado por Barros (1992), em análise a sete espécies de *Byrsonima*, a qual atribui ao gênero certo grau de autocompatibilidade baseada nos testes de autopolinização manual e espontânea. Benezar & Pessoni (2006) em análise a flores de *B. coccolobifolia* também comprovou formação de frutos nos tratamentos de geitonogamia e autopolinização espontânea.

Visitantes florais – Abelhas fêmeas da tribo Centridini foram os únicos visitantes coletores do óleo floral de *B. gardnerana*, recurso utilizado na composição da dieta das larvas destas abelhas, junto com os grãos de pólen e/ou néctar, ou para construção e impermeabilização de seus ninhos no interior do solo (*e.g.* Vogel 1974, 1990, Neff & Simpson 1981, Simpson & Neff 1981, 1983, Buchmann 1987, Vinson *et al*. 1997, Michener 2000, Teixeira & Machado 2000, Machado 2002, 2004, Aguiar *et al.* 2003, Aguiar & Gaglianone 2003, Alves dos Santos *et al.* 2007).

Apesar da diferença da vegetação circundante, não houve variação em relação a riqueza dos Centridini nas diferentes áreas estudadas do Parque Nacional do Catimbau, ocorrendo diferença apenas entre os dois ecossistemas analisados, devido a presença de *Centris nitens* e *C. leprieuri* exclusivamente na área de Restinga.

Centris flavifrons foi registrada pela primeira vez em áreas de Caatinga por Aguiar *et al.* (2003). Porém, devido à área de estudo referida por estes autores situar-se no limite leste da Caatinga com a Floresta Atlântica, *C. flavifrons* foi considerada como uma espécie de distribuição limitada a áreas de transição destes dois ecossistemas. A coleta realizada no Parna Catimbau amplia sua distribuição para áreas do semi-árido brasileiro.

A análise do comportamento dos Centridini durante as visitas às flores de *B. gardnerana* revelou que estas abelhas podem ser consideradas os seus polinizadores efetivos, uma vez que ao visitarem sempre contataram as estruturas reprodutivas das flores. A relação entre abelhas desta tribo e flores de óleo, especialmente com a família Malpighiaceae, tem sido amplamente descrita como um processo de co-evolução difusa, caracterizada pelas adaptações morfofuncionais ocorrentes em ambos os grupos (Vogel 1974, 1990, Buchmann 1987, Simpson & Neff 1981, 1983, Machado 2002, 2004, Alves dos Santos *et al.* 2007).

A presença de abelhas coletoras de óleo raspando o cálice de botões florais de *B. gardnerana* aponta que as glândulas são funcionais já nesta fase. A análise da anatomia e da ultra-estrutura dos elaióforos realizada por Attala & Machado (2003) em flores de *Banisteriopsis variabilis* comprovou que mesmo na fase inicial de botão, as glândulas já secretam compostos lipídicos, porém em menor quantidade.

Em *B. gardnerana*, todas as espécies de *Centris* e também *Augochloropsis* sp. vibraram o corpo sobre as flores para coletar pólen. Este tipo de coleta através da vibração do corpo sobre as anteras em flores de deiscência não-poricida foi descrito por Buchmann (1983), o qual em seguida refere-se a *Rubus parviflorus, Argemone arizonica* e *Cucurbita foetidissima* como espécies de flores não poricidas polinizadas por vibração (Buchmann 1985). Lopes & Machado (1996) observaram o mesmo comportamento em *Eulaema* spp., *Euglossa* sp.,

Melipona scutellaris e *Xylocopa suspecta* em visitas às flores de *Swartzia pickelli*, cuja deiscência das anteras é longitudinal, fato referido também por Santos & Machado (1998) para *Augochloropsis* sp. ao visitar flores de *Vismia guianensis.*

Em flores de óleo, Vogel & Machado (1991) descrevem coleta de pólen por vibração por *Centris hyptidis* em anteras não-poricidas de *Angelonia pubescens* (Plantaginaceae). Em espécies de Malpighiaceae, vários representantes de *Centris* apresentaram este comportamento durante coleta de pólen em *Byrsonima crassifolia* (Rêgo & Albuquerque 1989) e *B. sericea* (Teixeira & Machado 2000), além de abelhas do gênero *Epicharis* (*Epicharis schrottkyi*) ao visitarem flores de *B. muricata* e *Stigmaphyllon lalandianum* (Sazima & Sazima 1989). Da mesma maneira, *Xylocopa frontalis*, em visitas às flores de *Malpighia emarginata* (Freitas *et al*. 1999), também efetuou coleta ativa de pólen.

A perda de grãos de pólen decorrente da vibração realizada por *Centris caxiensis, C. tarsata* e *Augochloropsis* sp., pode estar relacionada ao tipo de deiscência das anteras, somado à largura e não ao comprimento do corpo, como mencionado em *B. crassifolia* por Rêgo & Albuquerque (1989), já que estas abelhas, independentemente do seu tamanho, são capazes de envolver todo o conjunto de estames. Um corpo delgado, entretanto, apresenta menor superfície de deposição dos grãos de pólen.

O comportamento de *A. mellifera* em flores de *B. gardnerana* permite classificá-la como polinizador ocasional. Esta espécie não procura o recurso floral primário oferecido aos visitantes que é o óleo, coletando, por sua vez, intensamente pólen, transferindo-o imediatamente para as corbículas, antes de se dirigirem a outras flores. Além do fato de não ser um polinizador autóctone, a coleta de pólen por estas abelhas pode diminuir a eficiência dos Centridini como polinizadores, especialmente para as espécies de *Centris* que entram em atividade mais tardiamente.

Se considerarmos o fato de que o maior investimento de *B. gardnerana* é na produção de óleo e que a produção de pólen nesta espécie é direcionada para a polinização/fertilização da flor, qualquer visita que promova a intensa extração de grãos pode afetar o sucesso reprodutivo da planta. A coleta de pólen de *B. gardnerana* pelos Centridini só é realizada no final da manhã até o final do dia, resultando possivelmente em polinizações bem sucedidas.

Freitas & Paxton (1998) acrescentam ainda que, nas flores hermafroditas de *Anacardium occidentale*, tanto *A. mellifera* quanto *Centris tarsata* removem aproximadamente a mesma quantidade de pólen, porém a proporção de grãos depositados no estigma floral pelo polinizador nativo é bastante superior. Gross & Mackay (1998) ressalta que as operárias coletavam pólen previamente depositado na superfície estigmática de

Melastoma affine e que o número de sementes formadas por fruto era significativamente inferior quando a última visita era realizada por *A. mellifera*.

A alta freqüência de *A. mellifera* pode também privar as espécies de *Centris* da quantidade necessária de pólen para a alimentação de suas larvas, uma vez que *B. gardnerana* é a principal fonte do recurso na área para essas abelhas durante o período em que a espécie floresce (observação pessoal), trazendo prejuízo a, pelo menos, cinco espécies de abelhas nativas. Em área de Caatinga, Nadia *et al.* (2007) também chamam atenção para a diminuição da freqüência de visitas dos polinizadores autóctones em flores de *Ziziphus joazeiro*, mostrando que as visitas de *Apis* afetam negativamente a disponibilidade de néctar para os demais polinizadores.

O recrutamento em massa das abelhas melíferas, somado ao fato de *A. mellifera* ser uma abelha polilética, são os principais fatores causadores de impacto nas comunidades de abelhas nativas solitárias, especialmente sobre as espécies oligoléticas (Roubik 1980). O modo de recrutamento das abelhas melíferas permite que vários indivíduos de uma mesma colônia se reunam em grupos e consigam captar diferentes recursos ao mesmo tempo, além do que, espécies introduzidas são beneficiadas pela ausência de inimigos naturais (Steffan-Dewenter & Tscharntke 2000), o que poderia explicar a intensa proliferação desta espécie no Parna Catimbau, em decorrência da implantação maciça de apiários nos últimos cinco anos.

Vários são os estudos que apontam que a introdução de *A. mellifera* causa potencial efeito negativo nas populações de plantas e polinizadores nativos (*e.g.* Gross & Mackay 1998, Roubik 1980, 2000), diminuindo a riqueza das espécies de polinizadores nativos (*e.g.* Roubik 1980, 1989, Roubik & Wolda 2001, Wilms *et al.* 1996), sendo ineficiente em síndromes especializadas, como é o caso das flores unissexuais, de óleo e das flores com anteras poricidas (Freitas & Paxton 1998).

De acordo com os resultados obtidos, as flores de *B. gardnerana* são uma importante fonte de alimento para as abelhas especializadas nativas, cuja necessidade dos óleos florais na composição da dieta de suas larvas garante constantes visitas, assegurando a reprodução de *B. gardnerana* nos ecossistemas estudados.

Visto que a área de Caatinga onde o presente estudo foi realizado está inserida em uma unidade de conservação ambiental, faz-se necessário incluir no plano de manejo do Parque Nacional do Catimbau o controle do número e do tamanho dos apiários comerciais ocorrentes dentro do Parque, e nas áreas de entorno, bem como o acompanhamento das interações planta-polinizador através de estudos seqüenciais e sistematizados.

Agradecimentos – Valéria Carvalho, Tarcila Nadia e Mary Santos pela companhia e auxílio no trabalho de campo; Rita Pereira (IPA), pela identificação do material botânico; Fernando Zanella (UFPB) e Isabel Alves dos Santos (USP), pela identificação das espécies de abelhas; ao Ibama, pela licença concedida para pesquisa e a Capes (Bolsa de Mestrado concedida à E. Bezerra) e ao CNPq (Bolsas de produtividade em Pesquisa à A.V. Lopes e I.C. Machado) pelo auxílio financeiro.

Referências bibliográficas

AGUIAR, C.M.L. & GAGLIANONE, M.C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Revista Brasileira de Zoologia 20:601-606.

AGUIAR, C.M.L. & MARTINS, C.F. 1997. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. Iheringia 83:151-163.

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 10:101-117.

AGUIAR, C.M.L., ZANELLA, F.C.V., MARTINS, C.F. & CARVALHO, C.A.L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. Neotropical Entomology 32:247-259.

ALBUQUERQUE, P.M.C. & RÊGO, M.M.C. 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica 5:163-178.

ALVES DOS SANTOS, I., MACHADO, I.C. & GAGLIANONE, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. Oecologia Brasiliensis 11:242-255.

ANDERSON, W.R. 1979. Floral conservatism in Neotropical Malpighiaceae. Biotropica 11:219-223.

ATTALA, N.C. & MACHADO, S.R. 2003. Anatomy and ultrastructure os *Banisteriopsis variabilis* Gates (Malpighiaceae) calyx glands. Acta Microscopica 12:635.

AYRES, M., AYRES, JR. M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2003. BioEstat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá / MCT- CNPq / Conservation International, Belém.

BARROS, M.A.G. 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). Revista Brasileira de Biologia 52:343-353.

BENEZAR, R.M.C. & PESSONI, L.A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. Acta Amazonica 36:159-168.

BEZERRA, E.L.S. & MACHADO, I.C. 2003. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. Acta Botanica Brasilica 17:249-259.

BUCHMANN, S.L., JONES, C.E. & COLIN, L.J. 1977. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xantii* (Solanaceae) in Southern California. The Wasman Journal Biology 35:1-25.

BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. *In* Handbook of experimental pollination biology (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). Scientific and Academic Editions, New York, p.73-113.

BUCHMANN, S.L. 1985. Bees use vibration to aid collection from non-poricidal flowers. Journal of the Kansas Entomologial Society 58:517-525.

BUCHMANN, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. Annual Review of Ecology and Systematics 18:343-369.

COSTA, C.B.N., COSTA, J.A.S. & RAMALHO, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 29:103-114.

CRUDEN, R.W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. Evolution 31:32-46.

FAEGRI, K & L. PIJL, L. VAN DER. 1979. The principles of pollination ecology. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford.

FOURNIER, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba 24:422-423.

FRANKIE, G.W., HABER, W.A. & OPLER, B.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology 62:881-919.

FRANKIE, G.W., HABER, W.A., OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1983. Characteristics and organization of large bee pollination systems in the Costa Rican dry forest. Scientific and Academic Editions, New York, p.411-447.

FREITAS, B.M. & PAXTON, R.J. 1998. A comparison of two pollinators: *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium accidentale* in its native range of NE Brazil. Journal of Applied Ecology 35:109-121.

FREITAS, B.M., ALVES, J.E., BRANDÃO, G.F. & ARAÚJO, Z.B. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. Journal of Agricultural Science 133:303-311.

GAGLIANONE, M.C. 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de Cerrado. *In*: Anais do IV Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto-SP, p.246-252.

GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica 6:64-68.

GORI, D.F. 1983. Post-pollination phenomena and adaptative floral changes. *In* Handbook of experimental pollination biology (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). Scientific and Academic Editions, New York, p.31-49.

GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical Savannas and Forest. Plant Systematics and Evolution 152:29-45.

GROSS, C.L. & MACKAY, D. 1998. Honeybees reduce fitness in the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). Biological Conservation 86:169-178.

JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution 21:620-637.

LLOYD, D.G. 1972. Breeding systems in *Cotula* L. (Compositae, Anthemidae). New Physiologist 71:1181-1194.

LOPES, A.V.F., & MACHADO, I.C. 1996. Biologia floral de *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Leguminosae-Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). Revista Brasileira de Botânica 19:17-24.

MACHADO, I.C. 2002. Flores de óleo e abelhas coletoras de óleo floral: conceitos, distribuição e revisão. *In* Anais do V Encontro Sobre Abelhas. Ribeirão Preto- São Paulo, p.129-135.

MACHADO, I.C. 2004. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil. *In* Solitay bees. Conservation, rearing and management for pollination (B.M. Freitas & J.O.P. Pereira, eds.). Imprensa Universitária, Fortaleza, p.255-280.

MACHADO, I.C.S., BARROS, L.M. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. Biotropica 29:57-68.

MACHADO, I.C., VOGEL, S. & LOPES, A.V. 2002. Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by long-legged oil-collecting bees in NE Brazil. Plant Biology 4:352-359.

MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de Campo Rupestre do Estado da Bahia, Brasil. Revista Nordestina de Biologia 9:225-257.

MARTINS, C.F. 1995. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym., Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençois-BA-Brasil). Revista Nordestina de Biologia 10:119-140.

MARTINS, C.G.M., LORENZON, M.C.A. & BAPTISTA, J.L. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. Caatinga 12:55-59.

McDADE, L. & KINSMAN, S. 1980. The impact of floral parasitism in two neotropical hummingbird pollinated plant species. Evolution 34:944-958.

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

MICHENER, C.D. 2000. The bees of the world. The John Hopkins University Press, Baltimore, London.

MOURA, R.A., PURCHIO, A., WADA, C.S. & ALMEIDA, T.V. 1987. Técnicas de laboratório. 3ª ed. Livraria Atheneu, São Paulo.

NADIA, T.C.L., MACHADO, I.C. & LOPES, A.V. 2007. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. Acta Botanica Brasilica 21:835-845.

NEFF, J.L. & SIMPSON, B.B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function and use in systematics. Journal of the Kansas Entomological Society 54:95-123.

NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica 26:141-159.

PRIMACK, R.B. 1985. Longevity of individual flowers. Annual Review Ecology Systematics 16: 15-35.

PRIMACK, R.B. 1987. Relationships among flowers, fruits and seeds. Annual Review Ecology Systematics 18:409-430.

RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. Vascular plant systematics. Harper and Row Publishers, New York.

RAMALHO, M. & SILVA, M. 2002. Relação Centridini-flora oleífera: influência sobre a diversidade em uma comunidade tropical. *In* Anais do V Encontro Sobre Abelhas. Ribeirão Preto-São Paulo, p. 122-128.

RÊGO, M.M.C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica 5:179-193.

ROBINSOHN, I. 1924. Die farbungsreaktion der narbe, stigmatochromie, als morpho-biologische blütenuntersuchungs methode. Sitzungsberichten Akademischer Wissenschaft Wien, Mathematics, Abteilung I 133:180-213.

RODAL, M.J.N., ANDRADE, K.V.A., SALES, M.F. & GOMES, A.P.S. 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. Revista Brasileira de Biologia 58:517-526.

ROUBIK, D.W. 1980. Foraging behaviour of competing africanized honey bees and stingless bees. Ecology 61:836-845.

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

ROUBIK, D.W. 2000. Pollination system stability in Tropical America. Conservation Biology 14:1235-1236.

ROUBIK, D.W. & WOLDA, H. 2001. Do competing honey bees matter? Dynamics and abundance of native bees before and after honey bee invasion. Population Ecology 43:53-62.

SANTOS, M.J.L. & MACHADO, I.C. 1998. Biologia floral e heterostilia em *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Clusiaceae). Acta Botanica Brasilica 12:451-464.

SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. Botanica Acta 102:106-111.

SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences for primary consumers. Annual Review Ecological Systematics 24:353-377.

SIGRIST, M.R. & SAZIMA, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: Stigma morphology and its implications for the breeding systems. Annals of Botany 94:33-41.

SILVA, M.C.M. & MARTINS, C.F. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo-PB, Brasil). Principia 7:40-51.

SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. Annals of the Missouri Botanical Garden 68:301-322.

SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1983. Evolution and diversity of floral rewards. *In* Handbook of experimental pollination biology (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). Scientific and Academic Editions, New York, p.142-159.

SNE. 2002. Projeto técnico para criação do Parque Nacional do Catimbau/PE. Versão final. Sociedade Nordestina de Ecologia (SNE), Recife.

STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 2000. Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. Oecologia 122:288-296.

SUDENE. 1990. Dados pluviométricos mensais do Nordeste. Recife, Pernambuco.

TEIXEIRA, L.A.G. & MACHADO, I.C. 2000. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). Acta Botanica Brasilica 14:347-357.

VAN DOORN, W.G. 1997. Effects of pollination on floral attraction and longevity. Journal of Experimental Botany 48:1615-1622.

VINSON, S.B., WILLIAMS, H.J., FRANKIE, G.W. & SHRUM, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) 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.

VOGEL, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of the pollination ecology. Memoirs of the New York Botanical Garden 55:130-142.

VOGEL, S. & MACHADO, I.C. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE Brazil. Plant Systematics and Evolution 178:153-178.

WASER, N.M. 1983. Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. *In* Handbook of experimental pollination biology (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). New York, Scientific and Academic Editions, p.277-293.

WILLE, A. 1963. Behavioural adaptations of bees for pollen collecting from *Cassia* flowers. Revista de Biologia Tropical 11:205-210.

WILMS, W., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & ENGELS, W. 1996. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic forest. Stud. Neotropical Fauna & Environment 31:137-151.

ZANELLA, F.C.V. 2000a. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na Caatinga (NE do Brasil). *In* Anais do IV Encontro Sobre Abelhas. Ribeirão Preto-São Paulo, p.197-203.

ZANELLA, F.C.V. 2000b. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. Apidologie 31:579-592.

Tabela 1. Resultados dos experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo de *Byrsonima gardnerana* e das observações de polinização natural nas três áreas de estudo do Parque Nacional do Catimbau/PE. *Flores sem visitas de *Apis mellifera*; **Flores com baixa freqüência de *A. mellifera* (< 10 visitas/intervalo de 2 h/dia), ***Flores submetidas à intensa atividade de *A. mellifera* (> 50 visitas/intervalo de 2h/dia).

Table 1. Results of the treatments to investigate the reproductive system of *Byrsonima gardnerana* and observations of natural pollination in the three study sites at the Parque Nacional do Catimbau/PE, northeastern Brazil. *Flowers without *Apis mellifera* visits; **Flowers with low frequency of *A. mellifera* visitation (< 10 visits/intervals of 2 h/day), ***Flowers subject to high frequency of *A. mellifera* visitation (> 50 visits/intervals of 2h/day).

Tratamento	Flores (n)	Frutos (%)
Agamospermia	30	0
Autopolinização espontânea	30	0
Autopolinização manual	30	0
Polinização cruzada	30	93,3
Polinização natural		
Chapada São José	129*	52,7ª
Sítio Serra Branca	50*	30,0b
Cânion	237**	23,2c
	195***	48,2ª

Valores na mesma coluna seguidos por letras diferentes foram significativamente diferentes ($P < 0,001$).

Tabela 2. Visitantes florais de *Byrsonima gardnerana*, classificados de acordo com Michener 2000. Local de ocorrência (PNC – Parque Nacional do Catimbau; [1]Cânion, [2]Sítio Serra Branca, [3]Chapada São José; CAT – Catuama); recurso procurado (P – pólen, O – óleo); modo de coleta (CO – coletora, MO – mordedora, RA – raspagem, VI – vibração *sensu* Michener 1962, Wille 1963, Buchmann *et al*. 1977); resultado das visitas (PO – polinização, PI – pilhagem).

Table 2. Floral visitors of *Byrsonima gardnerana*, classified in accordance with Michener 2000. Site of occurrence (PNC – Parque Nacional do Catimbau; [1]Cânion, [2]Sítio Serra Branca, [3]Chapada São José; CAT – Catuama); collected resource (P – pollen, O – oil); mode of collection (CO – gleanning, MO – biting, RA– scraping, VI – buzzing *sensu* Michener 1962, Wille 1963, Buchmann *et al*. 1977); result of visitation (PO– pollination, PI– resource theft).

Abelhas visitantes	Local de ocorrência	Recurso/ Modo de coleta	Resultado da visita
APIDAE			
Apini			
*Apis mellifera** Linnaeus, 1758	PNC[1]	P/CO	PO
Centridini			
*Centris (Centris) aenea*** Lepeletier, 1841	PNC[1 2 3]/ CAT	O/RA – P/VI	PO
*C. (C.) caxiensis*** Ducke, 1907	PNC[1 2 3]/ CAT	O/RA – P/VI	PO
*C. (C.) flavifrons*** Fabricius, 1775	PNC[1 2 3]/ CAT	O/RA – P/VI	PO
*C. (C.) leprieuri*** Spinola, 1841	CAT	O/RA – P/VI	PO
C. (C.) cf. *nitens*** Lepeletier, 1841	CAT	O/RA – P/VI	PO
*C. (Hemisiella) tarsata** (Smith, 1874)	PNC[1 2 3]/ CAT	O/RA – P/VI	PO
*C. (Trachina) fuscata*** Lepeletier, 1841	PNC[1 2 3]/ CAT	O/RA – P/VI	PO
Meliponini			
*Plebeia minima** (Gribodo, 1893)	PNC[2]	P/CO	PI
*Trigona spinipes** (Fabricius, 1793)	PNC[23]	P/MO	PI
HALICTIDAE			
Halictini			
Augochloropsis sp.*	CAT	P/VI	PO

*abelhas pequenas, **abelhas médio-grandes *sensu* Frankie *et al*. 1983

Legenda das figuras

Figura 1. Dados climatológicos da área de estudo durante o período de março/2002 a fevereiro/2003 (fonte: INMET). As barras e linha expressam respectivos valores médios de precipitação e temperatura ocorridos no período.

Figure 1. Climatic data of the study site during the period of March/2002 to February/2003 (source: INMET). The bars and line express respective middle values of haste and temperature occurred in the period.

Figura 2. Fenologia de floração de *Byrsonima gardnerana* no Parque Nacional do Catimbau, região semi-árida de Pernambuco. (■ = Geral; ▩ = Chapada São José; ⊟ = Sítio Serra Branca; ◪= Cânion).

Figure 2. Flowering phenology of *Byrsonima gardnerana* at the Parque Nacional do Catimbau, semi-arid region of Pernambuco state, northeastern Brazil. (■= Geral; ▩ = Chapada São José; ⊟ = Sítio Serra Branca; ◪ = Cânion).

Figura 3. Freqüência de visitas dos polinizadores de *Byrsonima gardnerana* nas diferentes áreas de estudo do Parque Nacional do Catimbau. A) Chapada São José; B) Cânion; C) Sítio Serra Branca. (■ = *C. aenea*; ◪ = *C. caxiensis;* □= *C. flavifrons;* ▭ = *C. fuscata;* ▥= *C. tarsata;* ■ = *A. mellifera*).

Figure 3. Frequency of visits of *Byrsonima gardnerana* pollinators at the three study sites in the Parque Nacional do Catimbau. A) Chapada São José; B) Cânion; C) Sítio Serra Branca. (■ = *C. aenea;* ◪ = *C. caxiensis;* □ = *C. flavifrons;* ▭ = *C. fuscata;* ▥ = *C. tarsata;* ■ = *A. mellifera*).

Figuras 4-7. Polinizadores de *Byrsonima gardnerana.* 4. *Centris aenea* durante coleta de óleo; 5. *C. fuscata* raspando elaióforos; 6. *C. caxiensis* e 7. *C. flavifrons*, ambas envolvendo toda a flor. Escala = 1,0 cm.

Figures 4-7. Pollinators of *Byrsonima gardnerana.* 4. *Centris aenea* while collecting oil; 5. *C. fuscata* scratching the elaiophores; 6. *C. caxiensis* and 7. *C. flavifrons*, both embracing the entire flower. Scale bar = 1.0 cm.

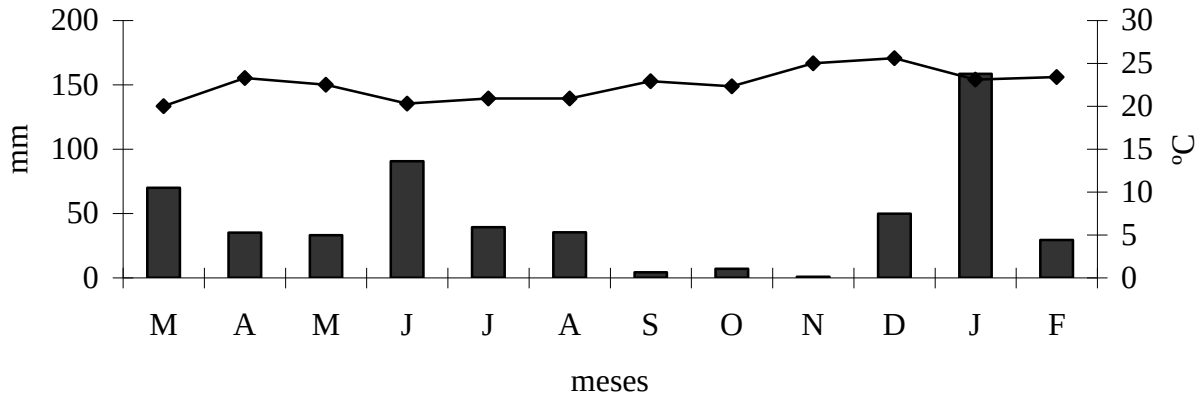


Figura 1

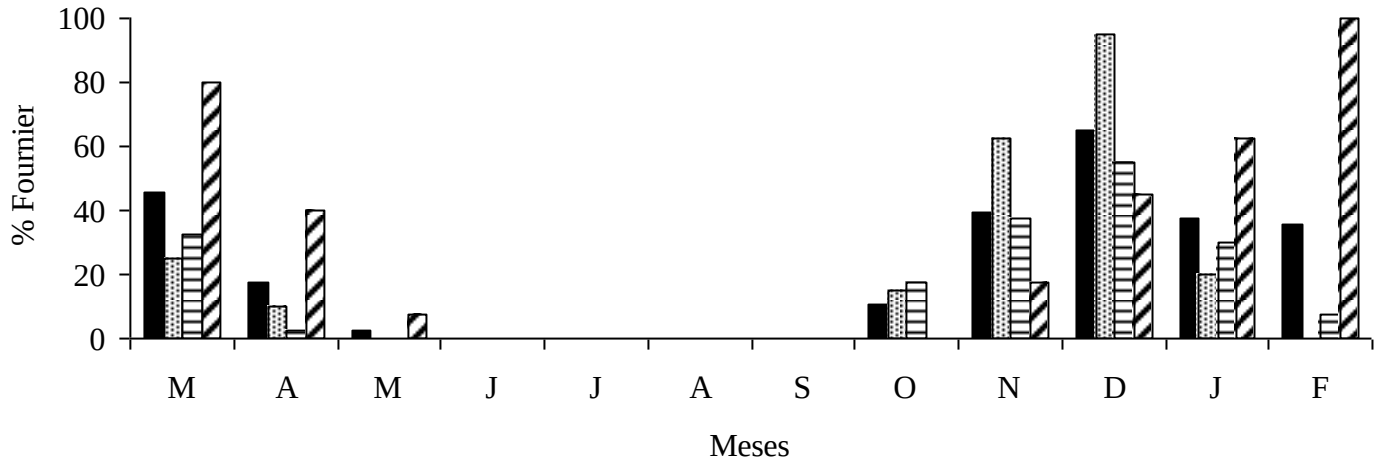


Figura 2

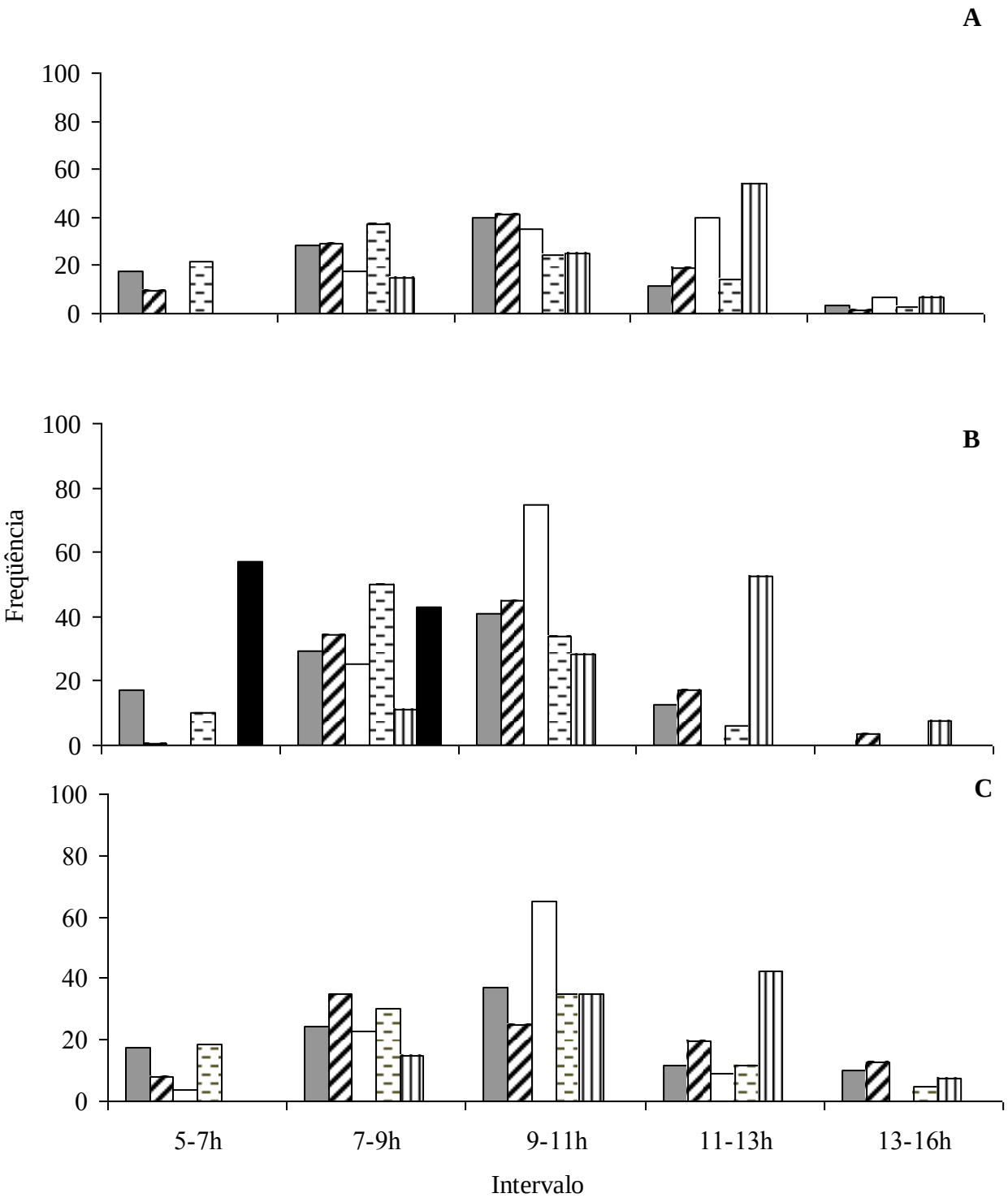
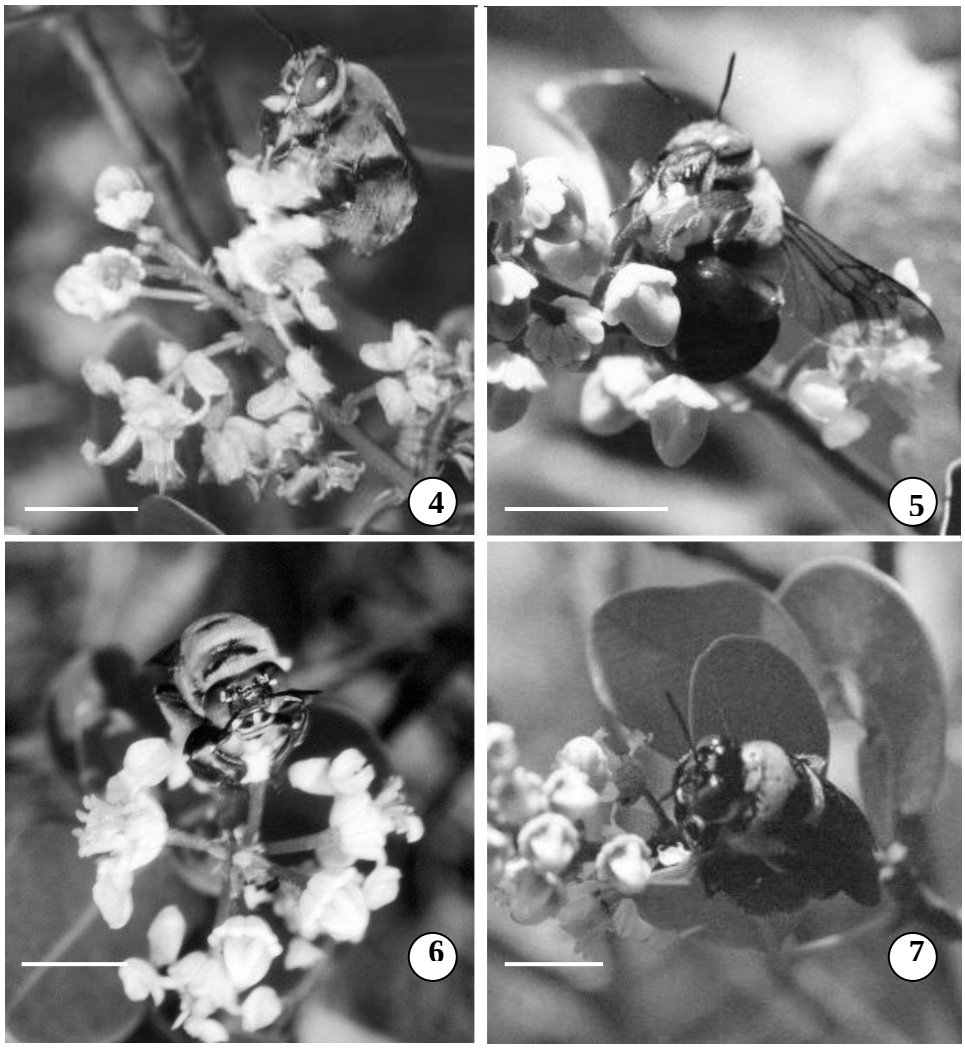

A
B
C
100
80
60
40
20
0
Freqüência
5-7h
7-9h
9-11h
11-13h
13-16h
Intervalo

Figura 3



Figuras 4-7

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que:

1. *Stigmaphyllon paralias* e *Byrsonima gardnerana* cosntituem uma importante fonte de recursos para os polinizadores, especialmente para a guilda de Centridini ocorrente na região, visto serem as principais espécies que ofertam óleo como recurso aos polinizadores e que se encontram floridas na região durante o período;

2. O óleo floral, secretado por ambas as espécies, é a principal recompena oferecida aos visitantes;

3. Os caracteres morfológicos que tornam a flor zigomorfa são responsáveis pelo direcioamento e comportamento durante a coleta do recurso;

4. A auto-incompatibilidade verificada nas espécies torna os Centridini os principais responsáveis pela reprodução sexuada das espécies, sendo as abelhas desta tribo os únicos polinizadores de *S. paralias* e os principais polinizadores de *B. gardnerana* registrados nas áreas amostradas.

5. O crescimento das populações de *Apis mellifera* e a ampliação de sua distribuição podem acarretar sérias conseqüências na comunidade de abelhas nativas em decorrência da intensa competição pelos recursos em comum;

6. Esta dissertação trata-se do primeiro registro de espécies de Malpighiaceae estudadas em área de Caatinga.

RESUMO GERAL

As flores que oferecem somente óleo como recompensa aos seus polinizadores, ou óleo juntamente com pólen, estão agrupadas em nove famílias (Iridaceea e Orchidaceae – Monocotiledôneas; Cucurbitaceae, Primulaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Solanaceae, Calceolariaceae e Plantaginaceae - Eudicotiledôneas), 79 gêneros e aproximadamente 2.400 espécies distribuídas por todo o mundo. A família Malpighiaceae está representada por aproximadamente 60 gêneros e 1.100 espécies predominantemente tropicais, das quais, cerca de 950 encontram-se exclusivamente no Novo Mundo. Com 92% das espécies neotropicais apresentando óleos florais como atrativo primário, secretado por glândulas especializadas denominadas elaióforos, suas flores tem como principais polinizadores abelhas fêmeas da tribo Centridini que utilizam o recurso como fonte de energia na dieta de suas larvas. Considerando a importância ecológica destas abelhas e suas relações com flores de Malpighiaceae, o presente estudo tem como objetivo apresentar informações sobre a fenologia, a biologia floral e o sistema reprodutivo de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. e *Byrsonima gardnerana* A. Juss. através da anélise de populações naturais ocorrentes no Parque Nacional do Catimbau, uma área de Caatinga de Areia situada no município de Buíque/PE. *ca.* 300 km da capital do Estado. Os estudos comprovaram que as espécies apresentam flores tipicamente melitófilas e padrão de floração tipo cornucópia, o que proporciona uma alternância da floração entre as espécies e entre suas populações, tornando-se a principal fonte de recurso durante o pico de produção de flores. A auto-incompatibilidade registrada nas espécies torna a conservação deste ecossistema um imperativo, visto que a diminuição de suas populações pode acarretar um efeito dominó entre as espécies de *Centris* e várias outras espécies vegetais de diversas famílias por elas polinizadas. Portanto, faz-se necessário concentrar os esforços em pesquisas na Caatinga, a fim de se conhecer as adaptações desenvolvidas pelas espécies na ocupação deste ecossistema.

Palavras-chave: biologia flora, Caatinga, *Centris,* fenologia, Malpighiaceae, polinização.

GENERAL ABSTRATC

The flowers, which offer onlu oil as floral reward for their pollinators or pollen added to oil, are agrouped in nine families (Iridaceea e Orchidaceae – Monocots; Cucurbitaceae, Primulaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Solanaceae, Calceolariaceae e Plantaginaceae - Eudicots), 79 genera and about 2.400 species, and are widespread for the entire world. The family Malpighiaceae is represented by about 60 genera and 1.100 tropical species, of this about 950 are met only in the New World. This family present 92% of neotropical species that have flower oils as first attractive, which are secreted by specialized gland called elaiophore. Their flowers are mainly pollinated by female bees of Centridini tribe, which uses the reward as energetic resource to diet of theirs offspring. Considering the ecology importance of the knowledge about phenology, floral biology and breeding systems os *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. and *Byrsonima gardnerana* A. Juss. at the Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE. Both species have melittophilous flowers. The flowering pattern of cornucopia type supplies an alternate flowering between the species, becoming the mais resource during the peak of flower production. The self-incompatibility, which was registred to both species, makes necessary the conservation of this ecosystem, because the decrease of populations os *S. paralias* and *B. gardnerana* can occasion the domino effect between the *Centris* species and others plant species of outhers families, which are pollinated by them. Therefore, it is necessary to concentrate effort on research in the Caatinga to know the developed adaptations of the species, which occur in this ecosystem.

Key-words: Caatinga, *Centris*, floral biology, Malpighiaceae, phenology, pollination.

ANEXO

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanica Brasilica

1. A **Acta Botanica Brasilica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).

3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo, in vitro, in loco, et al.* devem estar em itálico.

4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).

5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.

6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

- **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resumen em Espanhol.

- **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

- **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

- **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5?23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 μm), o número separado da unidade, com exceção de percentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm;125 exsicatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado**: Município, data, fenologia, *coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário)*.

Ex.: **BRASIL. São Paulo**: Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435* (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* (atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, itálico).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
   2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
   ..... 2. S. orbicularis
   2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
   ..... 4. S. sagittalis
1. Plantas aquáticas
   3. Flores brancas ..... 1. S. albicans
   3. Flores vermelhas ..... 3. S. purpurea

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em itálico. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. ***Sepulveda albicans*** L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.
Fig. 1-12
Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- Referências bibliográficas

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea 33**(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasilica.** São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos recentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br. ou ainda artigos on line por intermédio de **www.scielo.br/abb.**

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou comun. pes.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNCA

A *revista Brasileira de Botânica* (RBB), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBPC), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Protuguês, Espanhol ou Inglês, sendo recomendado este último. Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), **em quatro cópias,** devem ser enviados ao Editor Responsável da Revista Brasileiora de Botânica, Caixa Postal 57088, 04089-972 São Paulo, SP, Brasil, acompanhados do "formulário para submissão de trabalhos" encontrados no site: www.botanicasp.org.br. Recomenda-se a consulta das instruções constantes neste endereço eletrônico.

A aceitação inicial dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos são avaliados por um editor de área e por, pelo menos, dois das respectivas áreas de especialidade. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial. **Fotografias coloridas** poderão ser publicadas a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) os custos de publicação** das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Atigos de revisão podem ser publicados, **a convite do corpo editorial.** Serão fornecidas, gratuitamente, 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas ao preço de custo.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: **Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão,** Agradecimentos e **Referências bibliográficas**. Citar cada figura e tabela no texto em ORDEM NUMÉRICA CRESCENTE. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al*. (1990) / (Smith *et al*. 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al*. 1996, Sanches 1997). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL. MATO GROSSO: Xavantina, s.d.,*H.S. Irwin s.n.* (HB 3689). SÃO PAULO:

Amparo, 23/12/1942, *J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290* (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/IV/1961, *G. Eiten et al. 2215* (SP, US). Os nomes de autores de táxons devem ser abreviados seguindo Brummit & Powell (1992), colocando espaços após cada ponto, como ex.: *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch. O(s) nome(s) do(s) autor(es) em nível de espécie ou abaixo deve(m) ser citado(s) no Título, Resumo, Abstract e na primeira vez que aparece(m) no texto ou em Tabela. Abreviaturas de obras em trabalhos taxonômicos devem seguir o BPH. Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados) Citar números e unidades da seguinte forma: - Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: $mg.dia^{-1}$ ao invés de mg/dia, $\mu mol.min^{-1}$ ao invés de µmol/min).
Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha. **Não inserir figuras no arquivo do texto.**

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada. Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.
YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.
BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.
DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.
FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. Plant Science 154:1-11.
PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & LE THOMAS, A. 1999.
Glossary of pollen and spore terminology. http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/ glossary/glos-int.htm (acesso em 10/04/2003).
Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:
SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).
Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:
Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução. Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 23 x 17,5 cm**, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper". **Figuras em meio digital devem vir em formato .tif com, pelo menos, 600 dpi de resolução e NUNCA devem ser coladas no MS Word ou no Power Point.**

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.