

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

ÉVILLE KARINA MACIEL DELGADO RIBEIRO

**Sistema de Polinização e Reprodução do “murici
pitanga” (*Byrsonima chrysophylla* Kunth.) em uma
área de restinga**

São Luís
2007

ÉVILLE KARINA MACIEL DELGADO RIBEIRO

**Sistema de Polinização e Reprodução do “murici
pitanga” (*Byrsonima chrysophylla* Kunth.) em uma
área de restinga**

Orientadores: Márcia Maria Corrêa Rêgo
Isabel Cristina Sobreira Machado

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Biodiversidade e Conservação.

São Luís
2007

Ribeiro, Éville

Sistema de polinização e reprodução do murici pitanga (*Byrsonima chrysophylla* Kunth.) em uma área de restinga. / Éville Karina Maciel Delgado Ribeiro. – São Luis, 2007.

67 f.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal do Maranhão, 2007. Dissertação orientada por Márcia Maria Corrêa Rêgo e Isabel Cristina Sobreira Machado.

1. Polinização 2. *Byrsonima* 3. *Centris* I. Título.

CDU 581.162.3

Éville Karina Maciel Delgado Ribeiro

Sistema de Polinização e Reprodução do “murici pitanga” (*Byrsonima chrysophylla* Kunth.) em uma área de restinga.

A Comissão julgadora dos trabalhos de defesa da Dissertação de mestrado, em sessão pública realizada em/...../..... , considera o candidato

Profa. Dra. Márcia Maria Corrêa Rêgo
Universidade Federal do Maranhão
Orientadora

Profa. Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado
Universidade Federal de Pernambuco
Co-orientadora

Prof. Dr. Giorgio Cristino Venturieri
Embrapa Amazônia Oriental

Profa. Dra. Patrícia Maia Correia de Albuquerque
Universidade Federal do Maranhão

Aos meus pais,
que amo mais que tudo.

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

(Artigo 225 da Constituição Federal de 1988)

Agradecimentos

Agradeço a Deus, fonte de todas as coisas, que nos proporcionou a oportunidade de apreciar a natureza e tentar desvendá-la;

Aos meus pais, David e Lucia, que sempre me apoiaram nas minhas decisões, mesmo que não entendessem muito bem o porquê destas. Pelo amor e atenção que me dedicaram sempre, e pelo estímulo, que me fez sempre seguir adiante;

A minha irmã Carol, por acreditar em mim, pelo carinho e mesmo pelas discussões;

As amigas Lucilene, Márcia e Suzanna, por uma amizade sincera, que supera personalidades fortes e diferentes;

Ao amigo Jaderson, pela companhia, pela atenção, pelos “socorros” prestados e pelo carinho;

A Manoel Nascimento, pelo apoio e por ceder sua propriedade para este estudo;

Ao amigo Emílio Rocha e sua família (Zita, Zilma, Zilda, Manuel e Manuel José), pela amizade, atenção e companhia, indispensáveis para a realização deste trabalho, e que quero conservar para sempre;

As amigas Mellissa, Laís, Halana e Alessandra por me acolherem em sua casa quando precisei, e pela amizade que surgiu, e que é muito importante pra mim;

Ao amigo Fillipe, pelo apoio, pela atenção, pelo carinho e pela ajuda com as bibliografias;

A professora Márcia Rêgo pela orientação e pela oportunidade de aprender coisas novas;

A professora Isabel Machado pela orientação e por sempre responder prontamente aos meus pedidos de “socorro”, apesar da distância;

As professoras Patrícia Albuquerque e Emília Girnos, pelas valiosas sugestões dadas a este trabalho;

Ao professor Giorgio Cristino Venturieri, pela participação na banca avaliadora;

A professora Léa Carreira pela identificação dos tipos polínicos;

Aos professores Paulo Figueiredo, Maurício Mendonça, Lenira Lacerda e Gisele Garcia, pela oportunidade da convivência, que me trouxe belos ensinamentos. Sobretudo a minha amiga “batata”, pelos momentos especiais;

A Ana Lucia Reis, pelo carinho, atenção e pela ajuda constante;

Aos meus colegas de turma, Clarissa, Cledinaldo, Fernanda, Helisvania, Isabela, Jack-Any, Laís, Marcos, Mário e Sérgio, que me acompanharam no “desafio” de ser a primeira turma de Mestres em Biodiversidade e Conservação;

Aos amigos do Laboratório de Estudos sobre Abelhas – UFMA, pela convivência, por poder aprender com pessoas diferentes e pelos momentos especiais e engraçados. Especialmente a Marina, pela ajuda constante;

Aos amigos do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva – UFPE, por me receberem tão bem. Em especial a Ana Virgínia Leite e Tarcila Nadia, pelo auxílio nas atividades de laboratório;

A Comercial e Agrícola Paineiras Ltda, pelos dados climáticos cedidos;

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA, pela bolsa de mestrado concedida;

A todos os meus amigos e familiares, pela convivência, momentos engraçados, brincadeiras, piadas, conversas... Enfim, por todos os momentos especiais, indispensáveis na minha vida.

Apresentação	01
Capítulo 1. Fenologia, Biologia Floral e Reprodutiva do murici pitanga (<i>Byrsonima chrysophylla</i> – Malpighiaceae)	02
Capítulo 2. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de <i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais	33
Conclusões gerais	49
APÊNDICE	50
ANEXOS	59

Apresentação

As restingas recobrem cerca de 79% da costa brasileira, sendo suas comunidades vegetais bastante conhecidas quanto a sua composição florística e às formações vegetais nelas encontradas. Contudo, existem poucos trabalhos sobre a ecologia de suas espécies vegetais.

Estudos acerca da ecologia da polinização em espécies de *Byrsonima* são encontrados em vários ecossistemas, porém, estudos realizados em restinga são escassos.

Considerando a importância das espécies de *Byrsonima* como plantas com “flores de óleo” e sua relação com abelhas coletoras especializadas, o presente estudo tem como objetivo apresentar informações sobre a fenologia, morfologia, biologia floral e o sistema reprodutivo de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae), bem como sua relação com as abelhas visitantes em uma reserva particular de restinga no município de Barreirinhas, Maranhão.

O primeiro capítulo trata-se de um manuscrito encaminhado ao periódico Revista Brasileira de Botânica (normas em anexo) e mostra informações sobre a fenologia, biologia floral e o sistema reprodutivo de *Byrsonima chrysophylla*, com ênfase em seus visitantes florais em uma área de restinga no município de Barreirinhas, Maranhão.

No segundo capítulo, encaminhado ao periódico Acta Botanica Brasilica (normas em anexo), encontram-se informações sobre a frequência dos visitantes florais de *Byrsonima chrysophylla*, além da análise de suas cargas polínicas, meio utilizado para descobrir quais outras espécies vegetais são fornecedoras de recursos para tais visitantes.

Alguns resultados parciais obtidos foram publicados como capítulo do livro “Polinização do murici”, sendo este capítulo intitulado “Aspectos da polinização do murici pitanga - *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae)” (vide apêndice).

Capítulo 1

**Fenologia, Biologia Floral e Reprodutiva do murici pitanga (*Byrsonima chrysophylla* –
Malpighiaceae)¹**

ÉVILLE KARINA MACIEL DELGADO RIBEIRO^{2,4}, MÁRCIA MARIA CORRÊA RÊGO² &
ISABEL CRISTINA SOBREIRA MACHADO³.

Título resumido: **Fenologia, Biologia Floral e Reprodutiva de *Byrsonima chrysophylla*.**

¹Parte da dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão.

²Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia. Avenida dos Portugueses, s/n – Campus Universitário do Bacanga. CEP: 65085-580. São Luís, Maranhão, Brasil.

³Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica Rua Prof. Moraes Rego, s/n – Cidade Universitária. CEP: 50372-970. Recife, Pernambuco, Brasil.

⁴Autora para correspondência: evillekarina@yahoo.com.br

ABSTRACT - (Phenology, Floral and Reproductive Biology of murici pitanga (*Byrsonima chrysophylla* - Malpighiaceae)) *Byrsonima chrysophylla*, known as murici pitanga, is a shrub species occurring in restinga. The phenology, the pollination and reproductive systems were studied in a restinga fragment in Buriti Farm, Barreirinhas (2°43'22.5" S; 42°49'50" W), Maranhão, from January/2005 to April/2006. *B. chrysophylla* has annual flowering with intermediate duration, occurring from January to March, and its fruitification occurring from March to April, when fruits dispersing starts. The flowers are hermaphrodites, zygomorphic and pentamerous, with white petals. The androceum has 10 stamens, the anthers are rimoses and the gynoecium has trilocular ovary. Flower have three ovule and the pollen viability was 98.3%. The species is autocompatible, however, fruits formation increases with cross-pollination. Floral visitors were bees of the Centridini, Tapinotaspidini, Meliponini and Xylocopini tribes. In accordance with behavior and frequency, the main pollinators are Centridini bees.

Key-works: Malpighiaceae, *Byrsonima*, phenology, melitofily, Centridini

RESUMO - (Fenologia, Biologia Floral e Reprodutiva do murici pitanga (*Byrsonima chrysophylla* - Malpighiaceae)) *Byrsonima chrysophylla*, conhecida popularmente como murici pitanga, é uma espécie arbustiva que ocorre em restinga. A fenologia, o sistema de polinização e reprodução desta espécie vegetal foram estudados em um fragmento de restinga na Fazenda Buriti, município de Barreirinhas (2°43'22,5" S; 42°49'50" W), Maranhão, entre janeiro de 2005 e abril de 2006. *Byrsonima chrysophylla* possui floração anual, com duração intermediária, ocorrendo de meados de janeiro a início de março, e sua frutificação ocorre de março a abril, quando se inicia a dispersão de seus frutos. As flores são hermafroditas, zigomorfas e pentâmeras, com pétalas brancas. O androceu é formado por 10 estames com anteras rimosas e o gineceu é formado por ovário trilocular. As flores possuem três óvulos e viabilidade polínica de 98,3%. A espécie é autocompatível, contudo, há maior produção de frutos a partir de polinização cruzada. Os visitantes florais observados foram abelhas das tribos Centridini, Tapinotaspidini, Meliponini e Xylocopini. De acordo com o comportamento e a

maior frequência de visitas, as abelhas da tribo Centridini são os principais polinizadores desta espécie vegetal.

Palavras-chave: Malpighiaceae, *Byrsonima*, fenologia, melitofilia, Centridini

Introdução

Vogel, em 1969, fez uma grande descoberta quando relatou a existência de flores que ofereciam óleo produzido por glândulas especiais chamadas elaióforos, e não néctar, aos seus polinizadores (Faegri & Pijl 1979, Endress 1994).

Dentre as famílias que possuem flores com estas características estão: Iridaceae e Orchidaceae (monocotiledôneas) e Cucurbitaceae, Primulaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Scrophulariaceae e Solanaceae (eudicotiledôneas) (Buchmann 1987, Vogel & Cocucci 1995).

A família Malpighiaceae possui cerca de 65 gêneros e 1.500 espécies (Cameron *et al.* 2001). Destas, 950 espécies de 47 gêneros são endêmicas da região Neotropical (Anderson 1979) com o centro de diversidade no norte da América do Sul (Anderson 1981). No Brasil ocorrem 38 gêneros, com cerca de 300 espécies, distribuídas nas mais diversas regiões (Souza & Lorenzi 2005).

Existe uma variação considerável na morfologia dentre os taxa da família: os frutos variam de drupas a esquizocarpos, o pólen varia de tricolporado a poliforado e tricomas bipartidos variam entre tricomas partidos igualmente a uma ramificação reduzida, fazendo-o parecer simples (Taylor & Crepet 1987). Em contraste, as estruturas florais mostram pouca variação: cinco sépalas com pares de glândulas de óleo na parte abaxial; cinco pétalas livres, muitas vezes franjadas; 10 estames e ovário súpero ou semi-ínfero (Anderson 1979, Taylor & Crepet 1987, Vogel 1990). Os tricomas ramificados, apesar de ocasionalmente existirem em outras famílias, e as glândulas das sépalas podem ser considerados características diagnósticas da família (Taylor & Crepet 1987). Suas flores, predominantemente amarelas, são notoriamente melitófilas, não possuindo glândulas de néctar (Vogel 1990).

O gênero *Byrsonima* abrange a América tropical, apresentando 150 espécies (Mabberley 1993). Suas flores são actinomorfas ou levemente zigomorfas, o pólen é colporado, os frutos carnosos ou secos e o receptáculo geralmente plano (Lobreau-Callen 1989).

As flores de representantes do gênero *Byrsonima* são visitadas por vários grupos de Apoidea (Albuquerque & Rêgo 1989, Barros 1992, Teixeira & Machado 2000, Rêgo & Albuquerque 2004, 2006, Machado 2004), porém, apenas abelhas das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini

coletam óleo ativamente, por meio da fricção de estruturas de pêlos modificados (pentes basitarsais) localizados em suas pernas anteriores e medianas, que rompem a cutícula dos elaióforos. Posteriormente, transferem o óleo para as escopas, situadas nas tíbias das pernas posteriores, juntamente com os grãos de pólen que aderiram na parte ventral do seu corpo durante a visita à flor (Vogel 1974, Rêgo & Albuquerque 1989, 2004).

Os lipídeos florais são utilizados pelas abelhas na construção de ninhos (Vinson *et al.* 1997). Misturados com o pólen formam um bolo alimentar usualmente chamado de “pão de mel” e este é utilizado como alimento larval (Vogel 1974, Simpson & Neff 1981, Rêgo & Albuquerque 2004, Rêgo *et al.* 2006), e, possivelmente, na nutrição de adultos (Buchmann 1987).

Byrsonima chrysophylla é popularmente conhecida como “murici pitanga” na região de Barreirinhas. É uma planta de porte arbustivo, com altura variando de 1 a 1,25 metros (Ribeiro *et al.* 2006).

Diversos trabalhos relatam aspectos da polinização em espécies de *Byrsonima* (e.g. Gottsberger 1986; Albuquerque & Rêgo 1989; Rêgo & Albuquerque 1989, 2004; Barros 1992; Teixeira & Machado 2000; Pereira & Freitas 2002; Benezar & Pessoni 2006; Costa *et al.* 2006). Com relação à polinização de *B. chrysophylla* nada ainda havia sido relatado. O presente trabalho vem preencher esta lacuna, descrevendo o sistema de polinização e reprodução do “murici pitanga” (*Byrsonima chrysophylla*), com ênfase nos seus visitantes florais e o papel deles em ambiente natural de restinga.

Material e métodos

O trabalho de campo foi realizado na Fazenda Buriti, situada no povoado de Cantinho, no Município de Barreirinhas, Maranhão (2°43'22,5" S; 42°49'50" W), distante 345 km da capital do Estado, São Luís (IBGE 1984) (Figura 1). O município de Barreirinhas está incluído na área de influência do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

A vegetação do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses ocupa uma área de 453,28 km² dos quais 405,16 km² são compostos predominantemente por restinga, correspondendo a 89% da área total. Ocorrem ainda os manguezais, representando apenas 10,2% e as comunidades aluviais (matas ciliares),

correspondendo a 4% da vegetação total (MMA/IBAMA 2002). O sítio específico de estudo encontra-se sob o domínio da restinga, numa área de aproximadamente 60 ha.

O clima da região onde se situa a área é tropical megatérmico (enquadrando-se no tipo Aw' de acordo com a classificação de Köppen), com pluviosidade anual em torno de 1800 mm, a maior parte estando concentrada nos meses de dezembro a maio, com os meses de julho a outubro muito secos. A temperatura média anual varia entre 26 °C e 27 °C (BRASIL 1984).

O estudo foi realizado de janeiro de 2005 a abril de 2006. A fenologia foi investigada através do acompanhamento de 10 indivíduos, seguindo o percentual de intensidade proposto por Fournier (1974). O padrão de floração foi analisado de acordo com Gentry (1974) e Newstrom *et al.* (1994).

Sobre as flores foram registrados dados de início, seqüência e duração da antese, tamanho, coloração, morfologia, número de botões e de flores abertas por inflorescência por dia; receptividade do estigma, deiscência das anteras; número e viabilidade dos grãos de pólen, bem como tipo de recompensa oferecida aos visitantes (pólen ou óleo).

Observações relativas à morfologia da flor foram obtidas em 10 botões e flores escolhidos aleatoriamente em diferentes indivíduos e fixados em etanol 70%. As partes florais foram medidas com auxílio de paquímetro digital.

A longevidade floral e a deiscência das anteras foram determinadas diretamente em campo, através de observação direta de 30 flores, provenientes de pelo menos 10 indivíduos, a cada hora, desde o estágio de pré-antese até o murchamento e queda das pétalas.

A viabilidade dos grãos de pólen, número de grãos de pólen por antera e a razão pólen/óvulo foram verificados em 10 botões em fase de pré-antese segundo protocolos descritos por Dafni (2002), Lloyd (1972), Maêda (1985) e Cruden (1977). A viabilidade dos grãos de pólen foi verificada através da técnica de coloração do citoplasma do grão de pólen por carmim acético (1,2%) (Dafni 2002).

A receptividade do estigma foi testada em 10 flores a cada dia do período de antese, provenientes de 10 indivíduos diferentes, a partir do início da antese, utilizando-se permanganato de potássio (KMNO₄) 0,25% (Robinson 1924).

O sistema reprodutivo da espécie foi analisado através de experimentos de autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada e apomixia (Radford *et al.* 1974). Em todos os tratamentos os botões em fase de pré-antese foram isolados, enquanto o restante dos botões da inflorescência foram descartados. Toda a inflorescência foi encoberta com sacos de tecido do tipo “volta ao mundo” e o tipo de polinização desejada era realizada assim que ocorria a antese. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste do Qui-quadrado (X^2 /BioEstat/4.0) (Ayres *et al.* 2006). Foram calculados a eficácia reprodutiva e o índice de autoincompatibilidade, de acordo com Zapata & Arroyo (1978).

Foi feito um controle a partir de 30 botões provenientes de 10 indivíduos, no qual foram anotados o número de flores utilizadas e o número de frutos formados naturalmente.

Os estudos do sistema reprodutivo foram complementados com análises de crescimento de tubo polínico em sete flores previamente submetidas a autopolinização manual e polinização cruzada em intervalos de tempo regulares (24 e 48 h). O gineceu foi coletado e fixado em FAA 70%, e posteriormente submetido à técnica de coloração descrita por Martin (1959). O material foi preparado e analisado no Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva e Laboratório de Citogenética Vegetal, ambos no Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste G (BioEstat 4.0) (Ayres *et al.* 2006).

Foram registrados aspectos referentes a horários, frequência (número de visitas), duração e comportamento de visita das abelhas, bem como local de contato com pólen e estigma, através de observações naturalísticas, complementadas por fotografias e filmagens.

Foram feitas observações diretas periódicas nas flores de três indivíduos em cinco dias seguidos, durante o pico de floração, exclusivamente para análise do comportamento e da frequência de visitas nas flores, totalizando 55 h de observação. Alguns espécimes foram coletados com auxílio de rede entomológica, sendo posteriormente montados, etiquetados e depositados na coleção do Laboratório de Estudos sobre Abelhas da Universidade Federal do Maranhão.

Foram tomadas medidas de tamanho em cinco indivíduos por espécie de abelha visitante. Para a determinação do tamanho, foi medida a largura das abelhas, sendo considerada a distância entre as tégulas.

A espécie de *Byrsonima* estudada foi identificada, e as exsiccatas depositadas no Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi, sob o registro MG174302.

Os dados climáticos mensais de temperatura, umidade e precipitação foram fornecidos pela Comercial e Agrícola Paineiras Ltda, e os dados de temperatura e umidade por horário de observação foram obtidos através de termômetro e higrômetro instalados no local.

Resultados

Fenologia – O padrão de floração de *Byrsonima chrysophylla* pode ser enquadrado no tipo cornucópia (*sensu* Gentry, 1974), que se caracteriza pela produção de muitas flores por dia, durante várias semanas. Utilizando a classificação de Newstrom *et al.* (1994), a floração é do tipo anual, com duração intermediária, iniciando-se no final do mês de janeiro, com pico no mês de fevereiro, durante o período chuvoso. A frutificação, por sua vez, estende-se de março a início de maio. A dispersão ocorre de março a final de maio. *Byrsonima chrysophylla* é uma planta decídua, perdendo completamente suas folhas no mês de dezembro (Figura 2).

Biologia floral – *B. chrysophylla* possui flores hermafroditas, zigomorfas (12,5 mm de diâmetro) e pentâmeras, com pétalas esbranquiçadas. Cada uma das cinco sépalas possui, externamente, um par de glândulas epiteliais, produtoras de óleo (elaióforos). O androceu é formado por 10 estames com anteras com deiscência longitudinal. O gineceu é composto por ovário trilocular, possuindo um óvulo por lóculo. As inflorescências são do tipo racemo terminal (Figura 3A), medindo aproximadamente 14 cm de comprimento, com cinco a 30 flores/inflorescência, produzindo de zero a oito frutos/inflorescência (n=20). Em cada inflorescência abrem-se cerca de uma a seis flores por dia, e cada inflorescência pode durar até 18 dias.

A antese inicia-se com o aparecimento dos primeiros raios solares, por volta das 5:30 h para a maioria das flores. Contudo, existem flores que se abrem ao longo do dia. O processo de antese inicia-se com a distensão das pétalas, que pode se dar de duas formas: 1 – todas as pétalas ao mesmo tempo (observado na maioria das flores) e 2 – ocorre a princípio na pétala estandarte, e as outras pétalas se distendem em seqüência, uma a uma. Simultaneamente à abertura das pétalas acontece a distensão e separação dos estames, que já se encontram deiscentes. O estigma não se encontra receptivo nesse período, estando receptivo duas horas depois de concluída a abertura da flor (n=10), que ocorre em aproximadamente 1 h e meia. Em indivíduos sombreados essa seqüência de abertura pode demorar até cinco horas para se completar.

A duração da antese das flores é de 72 h. No primeiro dia as pétalas e elaióforos encontram-se esbranquiçados (Figura 3B). No segundo dia as pétalas encontram-se murchas e recurvadas para trás (Figura 3C) e o estigma ainda está receptivo. No terceiro dia, as pétalas apresentam-se com suas bases avermelhadas, as anteras escurecidas (Figura 3D) e os elaióforos ressecados e rosados. O escurecimento do ápice do estigma não permitiu a execução do teste de receptividade. No quarto dia a pétala estandarte encontra-se avermelhada, as outras pétalas apresentam-se rosadas e as anteras caídas (Figura 3E). No quinto dia todas as pétalas e anteras já estão caídas.

As flores possuem três óvulos e apresentam uma média de 98,3% de grãos viáveis/flor e razão P/O de 130.291,7 (dp=37.603,15).

Sistema reprodutivo – Os resultados dos experimentos de polinização encontram-se na tabela 1. Verificou-se que a espécie é autocompatível, com formação de frutos em todos os tratamentos ($X^2=5,417$; g.l.=3; $p=0,1437$), não apresentando agamospermia. Obteve-se o índice de auto-incompatibilidade (ISI) de 0,44, demonstrando que é uma espécie autocompatível e a eficácia reprodutiva de 1,22, o que demonstra a importância dos polinizadores para o aumento da produção de frutos.

A análise dos pistilos em microscopia de fluorescência permitiu observar tubos polínicos germinando e crescendo no estilete de flores com polinização cruzada e autopolinização manual (Figura 4). Tubos polínicos de polinização cruzada e autopolinização manual apresentam

comportamento semelhante. Após 24 h foram observados tubos crescendo até o ovário em todos os dois tratamentos (Figura 4A e B). No ovário foi observada penetração no óvulo a partir de 24 h em flores oriundas de ambos os tratamentos (Figura 4C e D). No entanto, o número de óvulos fecundados em flores autopolinizadas manualmente foi significativamente menor do que em flores que sofreram polinização cruzada manual ($G=16,3872$; $g.l.=1$; $p<0,0001$).

Visitantes florais – Os visitantes observados em flores de *B. chrysophylla* foram abelhas das tribos Centridini, Tapinotaspidini, Meliponini e Xylocopini, sendo registrado um total de 16 espécies, estando *Centris caxienseis* responsável pelo maior número de visitas (30%), seguida de *Trigona fulviventris* (24,5%), *Centris aenea* (14,1%), *Centris leprieuri* (8,3%) e *Xylocopa cearensis* (6,9%). Na tabela 2 encontram-se as abelhas visitantes, bem como seu tamanho, recursos explorados, resultado e frequência de visitas.

As visitas às flores ocorrem em maior frequência durante a manhã, principalmente das seis às 10 h, período de temperatura amena e alta umidade relativa, e em menor número pela tarde. Houve sobreposição na exploração de recursos florais durante quase todo o dia (Figura 5).

As abelhas da tribo Centridini foram observadas coletando óleo e pólen em visitas distintas.

Essas abelhas pousam sobre as flores e, com auxílio da mandíbula, prendem-se à pétala estandarte (Figura 6A). Dessa forma, a parte ventral do seu corpo fica em contato com as anteras e o estigma da flor. Os pentes basitarsais localizados nas pernas anteriores e medianas são utilizados para raspar os elaióforos, de modo que, na maioria das vezes, todas as glândulas são exploradas (Figura 6A e B). Em seguida, transferem o óleo coletado para as escopas, através de movimentos quase simultâneos com as pernas medianas. Para a coleta de pólen, as abelhas elevam suas pernas posteriores (Figura 6C e D) e vibram o corpo, liberando o pólen das anteras (“buzz pollination”), o qual é depositado no ventre e, em seguida, transferido para as escopas também através das pernas medianas.

Após visitas a diversas flores, as abelhas, em vôo estacionário, transferem o que sobrou de pólen ou óleo no seu corpo para as escopas. Muitas vezes estas abelhas prendem-se em galhos com auxílio da mandíbula para fazer a transferência. As visitas para coleta de pólen duram de um a dois segundos, e para coleta de óleo, cerca de três segundos.

Abelhas da tribo Xylocopini foram observadas coletando apenas pólen em suas visitas. Essas abelhas pousam na flor, contactando o estigma e as anteras com o seu ventre, contraem o abdômen e vibram seu corpo, liberando o pólen, que fica aderido aos pêlos corporais, sendo transferido para as escopas após as visitas. A visita dura cerca de dois segundos. *Xylocopa cearensis* foi visitante relativamente freqüente, no entanto, *X. frontalis* foi observada em dois indivíduos de *B. chrysophylla*, visitando apenas uma flor por indivíduo.

Melipona flavolineata foi observada coletando apenas pólen, possuindo comportamento semelhante ao observado em Xylocopini. Em visita às flores, contactam as anteras e o estigma com a parte ventral do seu corpo, contraem o abdômen e vibram, liberando pólen. A visita dura cerca de três segundos.

Trigona fulviventris e *Trigonisca extrema* foram observadas coletando apenas pólen. Com auxílio da língua, *Trigona fulviventris* retira os grãos de pólen das anteras, uma a uma, e com as pernas anteriores deposita os grãos coletados na parte ventral do seu tórax. *Trigonisca extrema* retira os grãos de pólen depositados na base da corola, e também das anteras. Durante a visita à flor, transferem o pólen do tórax para as corbículas através das pernas medianas. Não há contato do corpo destas abelhas com o estigma da flor.

Dentre os Tapinotaspidini, somente *Paratetrapedia globulosa* foi observada visitando as flores de *B. chrysophylla*, coletando tanto pólen quanto óleo. Algumas vezes, estas abelhas foram observadas forçando a abertura de botões para a coleta de pólen. Com auxílio das pernas anteriores, retira o pólen das anteras, uma a uma. Para a coleta de óleo, pousam na superfície abaxial das pétalas e, utilizando os pentes basitarsais localizados nas pernas anteriores e medianas, raspam os elaióforos, transferindo o óleo para as escopas, ainda durante a visita.

Dentre as espécies de abelhas visitantes, apenas *Melipona flavolineata* foi observada em visita a flores de *Byrsonima chrysophylla* a partir do segundo dia de antese.

Discussão

Byrsonima chrysophylla possui atributos florais como antese diurna, zigomorfia e presença de elaióforos que a enquadram na síndrome de melitofilia (*sensu* Faegri & Pijl 1979).

Características morfológicas das flores como hermafroditismo, zigomorfia, disposição em inflorescências, presença de cinco pétalas e 10 estames, também encontradas em outras espécies do gênero *Byrsonima*, corroboram com a idéia de que exista uniformidade na família Malpighiaceae (Anderson 1979). Vogel (1990) sugere que esta uniformidade seja resultado de uma estreita relação com um grupo de polinizadores especializados.

Mudanças na coloração das pétalas durante a antese já foram observadas em outras espécies do gênero. Esse mecanismo funcionaria como “aviso” de que as flores não oferecem mais recompensa aos visitantes florais. Por outro lado, a permanência das pétalas com coloração modificada nas inflorescências, mesmo após ocorrida a polinização, pode funcionar como força atrativa para as abelhas a longa distância (Costa *et al.* 2006).

Byrsonima chrysophylla apresenta sazonalidade na perda das folhas, coincidindo com o período de estiagem, o que resultaria em trocas gasosas menos intensas e conseqüente economia de água durante a seca, fundamental nesta estação do ano (Gouveia & Felfili 1998). O pico de produção das folhas ocorreu após as primeiras chuvas (ver Figura 2).

O período de floração iniciou também na estação chuvosa, e a produção de grande número de flores durante várias semanas (cornucópia), como foi observado em *B. chrysophylla*, pode funcionar como atrativo para um grande espectro de polinizadores (Gentry 1974).

A frutificação ocorreu durante a estação chuvosa e a dispersão no final desta estação. Frutificação durante o período chuvoso não foi muito observado em outras espécies de *Byrsonima*, já que o período seco subsequente dificulta a germinação de sementes. Produção de frutos durante as chuvas promove a manutenção de recursos aos animais dispersores de sementes (Snow 1965, Hilty 1980) e as sementes, que necessitam de água para germinar, devem permanecer no solo até a próxima estação chuvosa, formando bancos de sementes (Silvertown 1987).

Vegetações com climas mais sazonais, como a restinga, podem apresentar maior periodicidade na produção de folhas, flores e frutos, sendo o desencadeamento destas fenofases fortemente

influenciado pela alternância de estações seca e úmida (Morellato *et al.* 1989, 1990; Morellato & Leitão-Filho 1990, 1992, 1996; van Shaik *et al.* 1993).

A autocompatibilidade demonstrada por *B. chrysophylla*, contrastando com características que pressupõem polinização cruzada, como produção de recursos florais e elevada razão P/O, também foi observada por Barros (1992) em seu estudo com sete espécies simpátricas de *Byrsonima*. Esta autocompatibilidade pode funcionar como meio de aumentar a probabilidade de sucesso na polinização e pode ser de uma vantagem considerável em ambientes com poucos polinizadores (Bawa 1974).

Vários trabalhos descrevem abelhas do gênero *Centris* como visitantes mais freqüentes e principais polinizadores do gênero *Byrsonima* (e.g. Gottsberger 1986; Albuquerque & Rêgo 1989; Rêgo & Albuquerque 1989, 2004, 2006; Barros 1992; Teixeira & Machado 2000; Pereira & Freitas 2002; Aguiar *et al.* 2003; Faria-Mucci *et al.* 2003; Benezar & Pessoni 2006; Costa *et al.* 2006).

Os diferentes comportamentos observados em abelhas da tribo Centridini para coleta de óleo e pólen foram pela primeira vez descritos por Sazima & Sazima (1989) e Rêgo & Albuquerque (1989). Em *B. chrysophylla* o comportamento de coleta de pólen e óleo realizado por abelhas desta tribo foi semelhante ao relatado em outros trabalhos com espécies de *Byrsonima* (e.g. Rêgo & Albuquerque 1989, 2004; Barros 1992; Teixeira & Machado 2000; Pereira & Freitas 2002; Benezar & Pessoni 2006; Costa *et al.* 2006).

A similaridade e a manutenção do comportamento de coleta dos óleos florais por estas abelhas é bastante conhecido, podendo ser indício da forte co-evolução entre Centridini e flores de óleo em Malpighiaceae (Anderson 1979, Simpson & Neff 1981, Buchmann 1987, Vogel 1990).

Algumas abelhas são pré-adaptadas fisiologicamente e comportamentalmente para coleta de pólen em anteras poricidas. Dentre essas abelhas estão as pertencentes aos gêneros *Centris*, *Epicharis*, *Xylocopa* e *Melipona* (Buchmann 1987). Estas abelhas podem também ser atraídas visualmente às flores com anteras de deiscência não-poricidas, sendo a coleta de pólen por vibração em flores com anteras não-poricidas descrita primeiramente por Buchmann (1983). Estas flores apresentam características morfológicas semelhantes às encontradas em flores poricidas, como contraste entre o branco das pétalas e o amarelo do androceu, ou a morfologia dos estames, em forma aproximada de

pínel, verticalmente localizados no centro da flor (Buchmann 1987), todas estas observadas em flores de *B. chrysophylla*.

Embora *Byrsonima chrysophylla* possa ser polinizada por abelhas pequenas (< 12 mm) e médias-grandes (≥ 12 mm), as abelhas muito pequenas como *Paratetrapedia globulosa*, *Trigona fulviventris* e *Trigonisca extrema* (< 4 mm) exploram as anteras individualmente e não entram em contato com o estigma da flor, sendo incapazes de fazer transferência eficaz de pólen das anteras para o estigma. *Xylocopa frontalis*, apesar do comportamento que permite a transferência de pólen, possui tamanho corporal elevado, sendo desproporcional ao tamanho da flor que, com seu peso, no instante da visita, dobra o pecíolo para baixo, não permitindo sua permanência.

Visitas de abelhas da tribo Xylocopini às flores de espécies da família Malpighiaceae foram registradas pela primeira vez por Freitas *et al.* (1999) em flores de *Malpighia emarginata*. No gênero *Byrsonima*, essas abelhas foram observadas por Benezar & Pessoni (2006) em flores de *Byrsonima coccolobifolia* e por Ribeiro *et al.* (2006) em *B. chrysophylla*. No entanto, os trabalhos com *M. emarginata* e *B. coccolobifolia* não reconhecem abelhas dessa tribo como polinizadores efetivos, o primeiro, devido às visitas esporádicas e o segundo, devido à desproporcionalidade de tamanho entre o corpo das abelhas e as flores. No presente estudo observou-se visitas esporádicas de *Xylocopa frontalis* às flores de *B. chrysophylla*. No entanto, *X. cearensis*, de menor porte, mostrou-se relativamente freqüente, possuindo comportamento que contribui na polinização dessa espécie vegetal.

As espécies altamente eussociais nativas como *Melipona flavolineata* (Meliponini), por apresentarem colônias perenes, necessitam de um fluxo relativamente contínuo de pólen e néctar (Zanella & Martins 2003). No entanto, nenhuma das publicações consultadas abordando a polinização de membros do gênero *Byrsonima* relatou a visita de representantes desse gênero de abelhas, embora tenha sido relatada a presença de pólen de *Byrsonima* em trabalhos de análise do espectro polínico de méis de *M. fasciculata* (e.g. Absy *et al.* 1984, Kerr *et al.* 1996).

Abelhas poliléticas (ou generalistas) são consideradas polinizadores menos eficazes que abelhas oligoléticas, uma vez que estas últimas possuem adaptações morfológicas e comportamentais que permitem que façam a coleta de pólen nas flores mais eficientemente que as abelhas poliléticas,

estando a transferência efetiva de pólen para os estigmas diretamente relacionada ao sucesso reprodutivo das plantas (Schlindwein 2004).

As espécies de abelhas oligoléticas apresentam distribuição limitada de acordo com a das plantas das quais se alimentam. Porém, a distribuição das espécies de plantas nem sempre são restritas pela ocorrência de abelhas polinizadoras oligoléticas, podendo ser, na ausência destas, polinizadas pelas espécies poliléticas (Michener 1979).

Apesar da baixa frequência de visitas a flores de *B. chrysophylla*, *M. flavolineata* pode ser considerada um vetor em potencial de pólen, pois consegue tocar os órgãos reprodutivos da planta, promovendo fluxo gênico.

A melitofilia observada em *B. chrysophylla* foi a principal síndrome encontrada na restinga de Barreirinhas, no entanto outras síndromes ocorrem na região (Rêgo & Albuquerque 2006). A vegetação característica deste bioma é muito conhecida quanto à sua composição florística. No entanto, estudos sobre a ecologia de suas espécies vegetais são escassos. Nesse sentido, estudos de polinização na restinga, bem como estudos a nível de comunidade são essenciais, pois podem fornecer importantes informações sobre as interações que ocorrem nesse bioma que, desde a colonização européia, vem sofrendo intenso processo de degradação.

Agradecimentos

A Marina Ramos (UFMA), Ana Virgínia Leite e Tarcila Nadia (UFPE) pela ajuda nas atividades de laboratório; a Ricardo Secco, curador do Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi, pela identificação da espécie vegetal; a Manoel Nascimento pelo apoio e por ceder sua propriedade para este estudo; a Comercial e Agrícola Paineiras Ltda pelos dados climáticos; a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pela bolsa de mestrado dada à primeira autora.

Referências Bibliográficas

- ABSY, M. L.; CAMARGO, J. M. F.; MIRANDA, I. P. A. 1984. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apidae) para coleta de pólen na região do Médio Amazonas. *Revista Brasileira de Biologia* 44:227-237.
- 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.
- ANDERSON, W. R. 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. *Biotropica* 11: 219-223.
- ANDERSON, W. R. 1981. Malpighiaceae. *In: The botany of the Guayana highland. Part XI. Memoirs of the New York Botanical Garden* 32: 21-306.
- AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. S. 2006. BioEstat versão 4.0: Aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Manirauá e CNPq, 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.
- BAWA, K.S. 1974. Breeding systems of tree species in a tropical lowland community. *Evolution* 28: 85-92.
- BENEZAR, R. M. C. & PESSONI, L. A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amazônica* 36: 159-168.
- BRASIL, 1984. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão (SEMATUR). Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. Lithograf, São Luís.
- BUCHMANN, S. L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. *In: Handbook of experimental pollination biology* (C. E. Jones & R. J. Little, ed.). New York: Scientific and Academic Editions. p. 73-113.
- BUCHMANN, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 343-369.
- CAMERON, K. M.; CHASE, M. W.; ANDERSON, W. R. & HILLS, H. G. 2001. Molecular systematics of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences. *American Journal of Botany* 88:1847-1862.
- 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.

- DAFNI, A. 2005. Pollination ecology: a practical approach. Oxford University Press, New York.
- ENDRESS, P. K. 1994. Diversity and evolutionary biology of flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3^o ed. Pergamon Press, London.
- FARIA-MUCCI, G. M.; MELO, M. A. & CAMPOS, L. A. O. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apidae) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. *In: Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure* (G.A.R. Melo & I. A. Santos, eds.). UNESCO, Criciúma, p. 279-284.
- 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.
- FOURNIER, L. A. 1974. Um método quantitativo para a medição de características fenológicas em árvores. *Turrialba* 24: 422-423.
- GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6:64-68.
- GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical Savannas and Forest. *Plant Systematics and Evolution* 152: 29-45.
- GOUVEIA, G.P. & FELFILI, J.M. 1998. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil Central. *Revista Árvore* 22:443-450.
- HILTY, S. L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in pacific Colombia. *Biotropica* 12: 292-306.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 1984. Atlas do Maranhão. IBGE, Rio de Janeiro.
- KERR, W. E., CARVALHO, G. A., NASCIMENTO, V. A. 1996. Abelha Uruçu: Biologia, manejo e conservação. Fundação Acangaú, Minas Gerais.
- LLOYD, D. G. 1972. Breeding systems in *Cotula* L. (Compositae, Anthemidae). *New Phytologist* 71: 1181-1194.
- LOBREAU-CALLEN, D. 1989. Les Malpighiaceae et leurs pollinisateurs. Coadaptation ou coévolution. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle* 11: 79-94.
- MABBERLEY, D. J. 1993. The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants. 4^o ed. Cambridge University Press, New York.
- 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: Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination* (B. M. Freitas, ed.). Imprensa Universitária, Fortaleza, p 255-279.
- MAÊDA, J. M. 1985. Manual para uso da câmara de Neubauer para contagem de pólen em espécies florestais. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- MARTIN, F. W. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technology* 37: 125.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 277-347.
- MMA/IBAMA. 2002. Plano de manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses – MA.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 163-173.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In: História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil* (L.P.C. Morellato, ed.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p.112-140.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28: 180-191.
- MORELLATO, L. P. C., RODRIGUES, R. R., LEITÃO-FILHO, H. F. & JOLY, C. A. 1989. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.
- MORELLATO, L. P. C., LEITÃO-FILHO, H. F. RODRIGUES, R. R., & JOLY, C. A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 149-162.
- 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.
- PEREIRA, J. O. P. & FREITAS, B. M. 2002. Estudo da biologia floral e requerimentos de polinização do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). *Revista Ciência Agronômica* 33: 5 – 12.
- RADFORD, A. E.; DICKINSON, W. C.; MASSEY, J. R. & BELL, C. R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper & Row Publishers, New York.
- 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.
- RÊGO, M. M. C. & ALBUQUERQUE, P. M. C. 2004. O murici e suas abelhas. *Ciência Hoje* 208: 58-60.
- RÊGO, M. M. C. & ALBUQUERQUE, P. M. C. 2006. Polinização do murici. Edufma, São Luís.
- RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RAMOS, M. C. & CARREIRA, L. M. 2006. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. *Neotropical Entomology* 35: 579-587.
- RIBEIRO, E.; RÊGO, M. & MACHADO, I. 2006. Aspectos da polinização do murici pitanga - *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae). *In: (M. Rêgo & P. Albuquerque, eds.). Polinização do Murici*. EDUFMA, São Luís, p. 49-54.

- ROBINSOHN, I. 1924. Die farbungsreaktion der narbe, stigmatochromie, als morphobiologische blütenuntersuchungs methode. Akademischer der Wissenschaft Wien, Mathematics, Abteilung 133: 180-213.
- SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. *Botanica Acta* 102: 106-111.
- SCHLINDWEIN, C. 2004. Are oligolectic bees always the most effective pollinators? *In: Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination* (B. M. Freitas, ed.). Imprensa Universitária, Fortaleza, p. 231-240.
- SILVERTOWN, J. W. 1987. Introduction to plant population ecology. 2 ed. Longman Scientific & Technical, New York.
- SIMPSON, B. B. & NEFF, J. L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 301-322.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, M. H. 2005. Botânica sistemática. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- SNOW, D.W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15: 274-281.
- TAYLOR, D. W. & CREPET, W. L. 1987. Fossil floral evidence of Malpighiaceae and an early plant-pollinator relationship. *American Journal of Botany* 74: 274-286.
- TEIXEIRA, L. A. G. & MACHADO, I. C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae). *Acta Botânica Brasílica* 14: 347-357.
- VAN SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353 -377.
- 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. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Tropische und subtropische Pflanzenwelt 7. Franz. Steiner Verlag, Wiesbaden.
- VOGEL, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 55: 130-142.
- VOGEL, S. & COCUCCHI, A. 1995. Pollination of *Basistemon* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in Argentina. *Flora* 190: 353-363.
- ZANELLA, F.C.V. & C.F. MARTINS. 2003. Abelhas da caatinga: Biogeografia, ecologia e conservação. *In: Ecologia e conservação da caatinga*. (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, eds.). Ed. Universitária, Recife, p. 75-134.
- ZAPATA, T. R. & ARROYO, M. T. K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10: 221-230.

Tabela 1 – Resultado dos experimentos sobre sistema reprodutivo e a formação de frutos em *Byrsonima chrysophylla*.

Tratamento	Flor/fruto	Sucesso (%)
Polinização natural	30/11	36,6
Autopolinização espontânea	30/3	10
Autopolinização manual	30/4	13,3
Polinização cruzada	30/9	30
Apomixia	30/0	0

Tabela 2 – Abelhas visitantes de *Byrsonima chrysophylla*, tamanho, recursos explorados, resultado e frequência de visitas.

Tribo/Espécies	Tamanho (mm)	Recurso explorado	Resultado da visita	Frequência (%)
Centridini				
<i>Centris aenea</i> Lepeletier	6,8	O/P	PZ	14,14
<i>C. analis</i> Fabricius	4,4	O/P	PZ	0,34
<i>C. byrsonimae</i> In litt.	4,7	O/P	PZ	4,83
<i>C. caxiense</i> Ducke	6,5	O/P	PZ	30,0
<i>C. flavifrons</i> Fabricius	8,4	O/P	PZ	0,34
<i>C. leprieuri</i> Spinola	7,2	O/P	PZ	8,27
<i>C. longimana</i> Fabricius	9,2	O/P	PZ	0,69
<i>C. sponsa</i> Smith	11,2	O/P	PZ	1,03
<i>C. tarsata</i> Smith	4,8	O/P	PZ	2,41
<i>Epicharis umbraculata</i> Fabricius	7,2	O/P	PZ	0,69
Tapinotaspidini				
<i>Paratrapedia globulosa</i> Friese	2,3	O/P	PI	0,69
Meliponini				
<i>Melipona flavolineata</i> Friese	4,1	P	PZ	2,07
<i>Trigona fulviventris</i> Guérin	2,3	P	PI	24,48
<i>Trigonisca extrema</i> In litt.	0,9	P	PI	3,1
Xylocopini				
<i>Xylocopa cearensis</i> Ducke	8,0	P	PZ	6,9
<i>X. frontalis</i> Olivier	12,3	P	PZ	0,69

P – pólen, O – óleo, PZ – polinização, PI – pilhagem

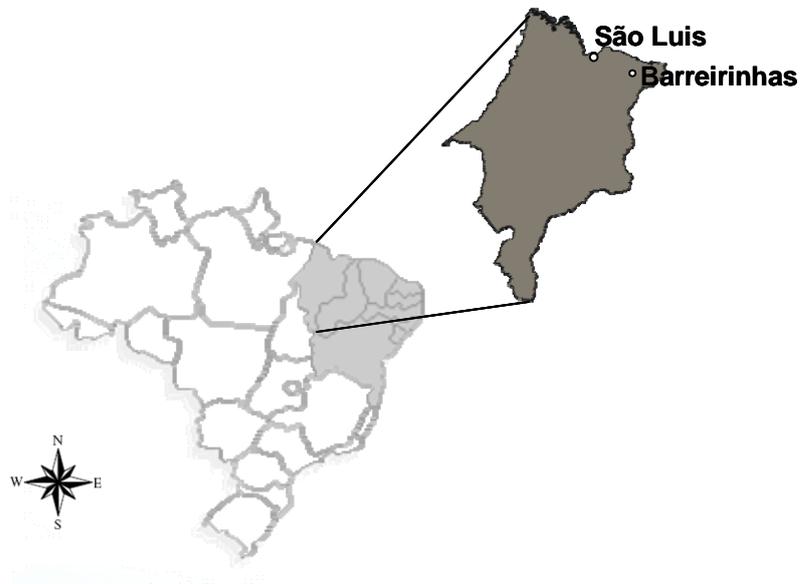


Figura 1 - Área de estudo localizada em restinga no Município de Barreirinhas, MA.

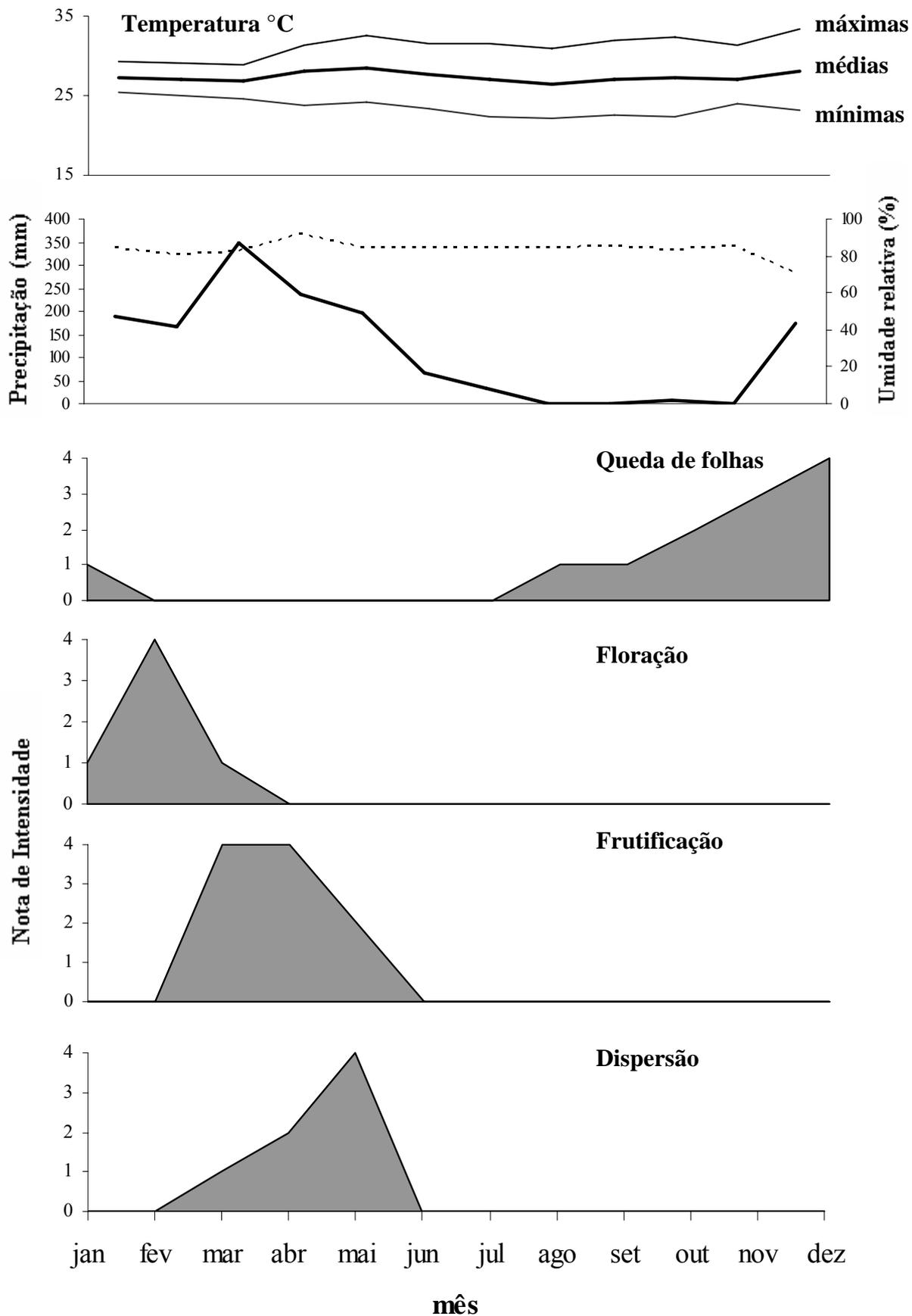


Figura 2 – Dados climáticos da região e fenologia de *Byrsonima chrysophylla* em restinga no Município de Barreirinhas, MA, no período de janeiro de 2005 a abril de 2006.

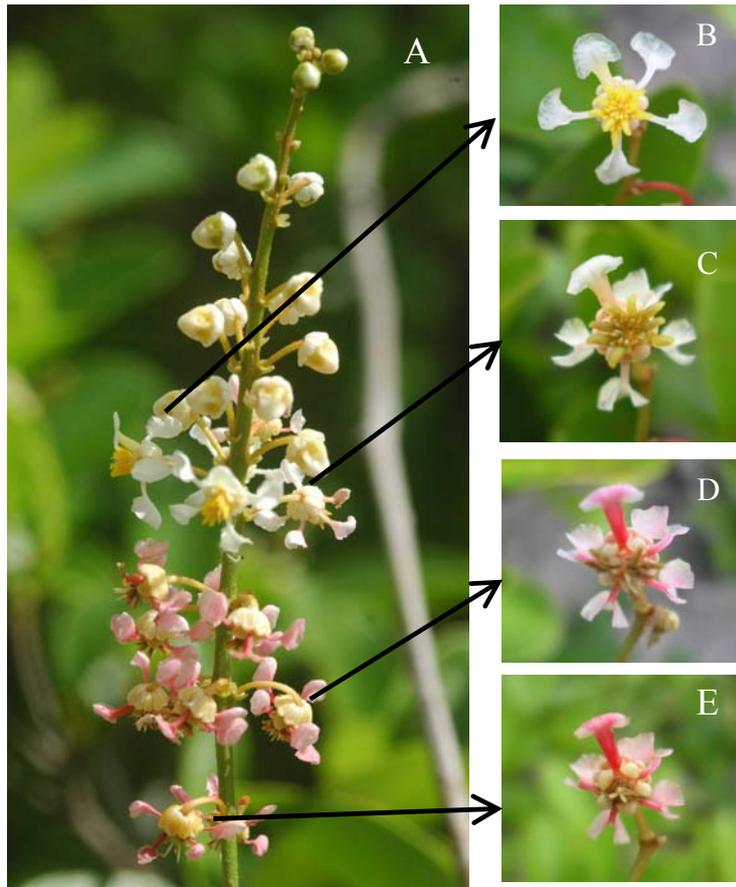


Figura 3 – Inflorescência de *Byrsonima chrysophylla* (A), seqüência da antese e duração da flor: B – ao abrir; C – 24 h após a abertura; D – 48 h após e E – 72 h após.

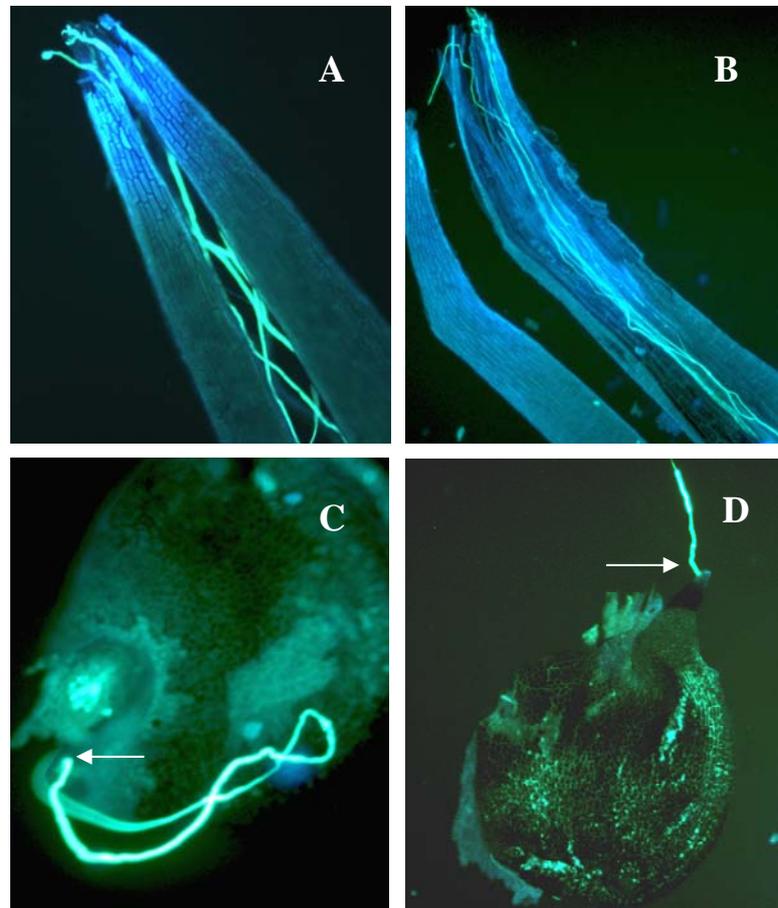


Figura 4 – Tubos polínicos em flores polinizadas manualmente. A e B – tubos polínicos no estilete de flores autopolinizadas e com polinização cruzada, respectivamente. C e D – chegada de tubos polínicos após 24 h na micrópila de óvulos de flores que sofreram autopolinização e polinização cruzada, respectivamente.

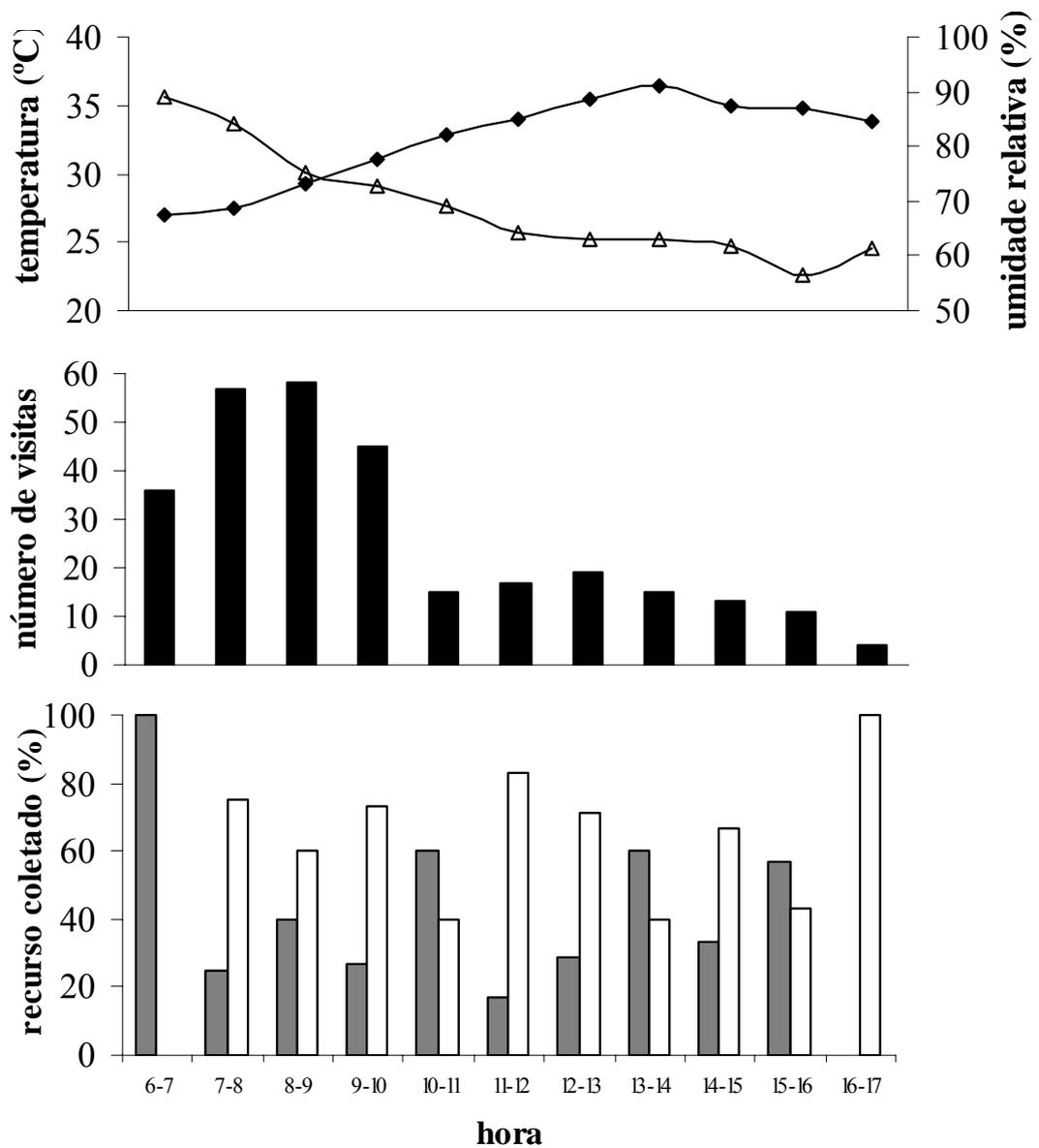


Figura 5 – Número de visitas às flores de *Byrsonima chrysophylla* e recurso coletado por horário de observação: Δ umidade relativa (%), \blacklozenge temperatura (°C), \blacksquare número de visitas, \blacksquare pólen e \square óleo.



Figura 6 – *Centris caxiensis* (A) e *C. tarsata* (B) coletando óleo. *C. caxiensis* (C) e *C. tarsata* (D) coletando pólen; notar, neste último caso, a distensão das pernas posteriores (setas).

Capítulo 2

Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais¹

Éville Karina Maciel Delgado Ribeiro^{2,4}, Márcia Maria Corrêa Rêgo² & Isabel Cristina Sobreira Machado³.

¹Parte da dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão.

²Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia. Avenida dos Portugueses, s/n – Campus Universitário do Bacanga. CEP: 65085-580. São Luís, Maranhão, Brasil.

³Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica Rua Prof. Moraes Rego, s/n – Cidade Universitária. CEP: 50372-970. Recife, Pernambuco, Brasil.

⁴Autora para correspondência: evillekarina@yahoo.com.br

RESUMO

(Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais). *Byrsonima chrysophylla*, conhecida popularmente como murici pitanga, é uma espécie arbustiva que ocorre em restinga. Dentre seus visitantes, além de abelhas da tribo Centridini, também se encontram com frequência abelhas Xylocopini. Para verificação das espécies vegetais utilizadas, cargas polínicas das pernas posteriores de *Centris caxiensis*, *Centris leprieuri*, *Centris aenea* e *Xylocopa cearensis* (n=5), bem como de ninhos naturais de *Centris caxiensis* (n=7) foram analisados através de acetólise. Durante toda a floração de *Byrsonima chrysophylla*, esta espécie vegetal se mostrou a principal fonte de pólen utilizada por suas abelhas visitantes mais frequentes. *Comolia lythrarioides* e *Myrcia obtusa* são fontes secundárias de pólen, *Mouriri guianensis* foi fonte secundária de óleo e pólen, enquanto *Anacardium microcarpum*, *Cuphea tenella*, *Matayba discolor* e *Phthirusa pyrifolia* são importantes fontes de néctar durante esse período, sendo o pólen detectado nas amostras, provavelmente aderido ao corpo das abelhas durante a coleta de néctar. Os resultados demonstram que as abelhas visitantes não misturaram os recursos polínicos durante o vôo para a coleta de pólen, apresentando fidelidade às flores de *Byrsonima chrysophylla*.

Palavras-chave: *Byrsonima*, *Centris*, *Xylocopa*, pólen, fidelidade

ABSTRACT

(Pollen loads of pollinate bees of *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelity and alternatives sources of flower resources). *Byrsonima chrysophylla*, known as murici pitanga, is a shrub species occurring in restinga. Among its visitors, not only bees of the Centridini tribe, but also Xylocopini bees are frequently found. To distinguish which vegetable species have been used by the bees, pollen loads from posterior legs of *Centris caxiensis*, *Centris leprieuri*, *Centris aenea* and *Xylocopa cearensis* (n=5), and natural nesting of *Centris caxiensis* (n=7) were treated through acetolysis. During the budding of *Byrsonima chrysophylla*, this vegetal species was the most frequently pollen source used by bees. *Comolia lythrarioides* and *Myrcia sylvatica* secondary pollen source, *Mouriri guianensis* was secondary oil and pollen source, while *Anacardium microcarpum*, *Cuphea tenella*, *Matayba discolor* and *Phthirusa pyrifolia* are important nectar sources at this time, the pollen detected in the samples was probably adhered to bee's body during the nectar collection. The results demonstrated that the visiting bees do not mix the pollen sources during the fly to the pollen collection, presenting fidelity to the *Byrsonima chrysophylla* flowers.

Key-works: *Byrsonima*, *Centris*, *Xylocopa*, pollen, fidelity

Introdução

Malpighiaceae é uma família de eudicotiledôneas tropicais e subtropicais, com mais de 1500 espécies distribuídas em cerca de 65 gêneros (Cameron et al. 2001). Destas, 85% são endêmicas da região Neotropical (Anderson 1979) com o centro de diversidade no norte da América do Sul (Anderson 1981). No Brasil ocorrem 38 gêneros, com cerca de 300 espécies, distribuídas nas mais diversas regiões (Souza & Lorenzi 2005).

Enquanto no Velho Mundo apenas 52% das espécies de Malpighiaceae oferecem óleo aos polinizadores, a grande maioria das espécies neotropicais desta família possui glândulas de óleo, os elaióforos (Vogel 1990). Contudo, é importante ressaltar que, embora o óleo seja o principal recurso oferecido pela maioria das espécies neotropicais de Malpighiaceae, o pólen atrai uma grande diversidade de visitantes que, mesmo secundariamente, podem ser polinizadores (Pedro 1994).

Os lipídeos florais são utilizados pelas abelhas na construção de ninhos (Vinson et al 1997) e, misturados com o pólen formam um bolo alimentar usualmente chamado de “pão de mel”, que é utilizado como alimento larval (Vogel 1974, Simpson & Neff 1981, Rêgo & Albuquerque 2004, Rêgo et al. 2006), e, possivelmente, na nutrição de adultos (Buchmann 1987).

O pólen tem duas funções principais nos ecossistemas: é essencial para a reprodução das plantas e é utilizado como recompensa para visitantes florais ou polinizadores. Abelhas fêmeas coletam grandes quantidades de pólen das flores e servem como alimento para suas larvas. Embora este pólen não seja usado na polinização, ele é utilizado na alimentação de futuros polinizadores (Schlindwein et al. 2005). A composição do pólen coletado por abelhas fêmeas é como a “impressão digital” de seus hábitos de forrageamento e, analisando a pureza do pólen carregado por essas abelhas podemos ter a principal indicação de sua eficiência como polinizadora de certas espécies de plantas (Wittmann & Schlindwein 1995). A identificação de vários tipos de pólen nas pernas e nos ninhos das abelhas é de fundamental importância, pois indica as plantas que estas utilizaram para a coleta de pólen e néctar (ou óleo, no caso das Centridini) e nos permite avaliar a importância de cada uma das plantas visitadas, como fornecedoras de recursos para seus polinizadores (Eckert 1942). Estes estudos podem, ainda, detectar oligoletia entre espécies de abelhas e as plantas por elas visitadas e, por sua vez, os estudos com abelhas oligoléticas e suas plantas tem aprimorado os trabalhos sobre coevolução entre grupos de abelhas e plantas (Wittmann & Schlindwein 1995).

Byrsonima chrysophylla Kunth. é popularmente conhecida na região de Barreirinhas como “murici pitanga”. É uma planta de porte arbustivo, com altura variando de 1 a 1,25 metros e possui curto período de floração, ocorrendo de janeiro a março, caracterizado pela produção massiva de flores (Ribeiro et al. 2006).

As flores de representantes do gênero *Byrsonima* são visitadas por vários grupos de Apoidea (Albuquerque & Rêgo 1989, Barros 1992, Teixeira & Machado 2000, Rêgo & Albuquerque 2004, 2006,

Machado 2004), porém, apenas abelhas das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini coletam óleo ativamente, rompendo os elaióforos através da fricção de estruturas especializadas presentes em suas pernas anteriores e medianas. Dentre visitantes de *B. chrysophylla*, além de abelhas da tribo Centridini, também se encontram com frequência abelhas Xylocopini (Ribeiro et al. 2006).

Este trabalho teve como objetivo verificar a frequência dos visitantes florais de *Byrsonima chrysophylla* e analisar suas cargas polínicas, a fim de verificar quais outras espécies vegetais são importantes para sua sobrevivência.

Metodologia

A pesquisa foi realizada do final de janeiro a início de março de 2006, numa reserva particular de restinga, na Fazenda Buriti, situada no povoado de Cantinho, no Município de Barreirinhas (2°43'22,5" S; 42°49'50" W) que dista 345 km da capital do Estado, São Luís (IBGE, 1984). O município de Barreirinhas está incluído na área de influência do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

O clima da região onde se situa a área é tropical megatérmico (enquadrando-se no tipo Aw' de acordo com a classificação de Köppen), com pluviosidade anual em torno de 1800 mm, a maior parte estando concentrada nos meses de dezembro a maio, com os meses de julho a outubro muito secos. A temperatura média anual varia entre 26 °C e 27 °C (BRASIL 1984).

Estudos realizados por Rêgo et al. (dados não publicados) verificaram a ocorrência de 83 morfoespécies vegetais na área, das quais 67 foram identificadas, estando distribuídas em 31 famílias. As famílias mais representativas em número de espécies são Caesalpinaceae (n=8), Fabaceae (n=6), Myrtaceae (n=4), Rubiaceae (n=4) e Malpighiaceae (n=4).

As coletas dos visitantes florais foram feitas de forma periódica, em intervalos de 7 dias, das 6 às 17h, totalizando 55h. Os visitantes florais foram coletados no início, pico e final da floração de *Byrsonima chrysophylla*, após visita às flores, com auxílio de rede entomológica. Em seguida, foram separados em sacos plásticos, devidamente triados, montados e etiquetados com data e hora de coleta, identificados e depositados na coleção do Laboratório de Estudos sobre Abelhas da Universidade Federal do Maranhão. Para verificação das espécies vegetais utilizadas, foram realizadas análises das cargas polínicas das pernas posteriores das abelhas visitantes mais frequentes (n=5), bem como de ninhos naturais de *Centris caxiensis* Ducke (n=7).

As cargas polínicas foram retiradas das pernas posteriores das abelhas através de estiletos. Os ninhos de *Centris caxiensis* localizados foram marcados e, quando finalizados, escavados, retirando-se suas células. As células eram abertas e seu conteúdo extraído.

O material obtido das pernas posteriores das abelhas e dos ninhos foi submetido ao processo de acetólise (Erdtman, 1966). Para cada amostra foram confeccionadas cinco lâminas e foram contados 100 grãos de pólen para cada uma delas, determinando-se as porcentagens e classes de ocorrência que, segundo

Louveaux et al. (1978), são as seguintes: pólen dominante (> 45% do total de grãos), pólen acessório (de 15% a 45%), pólen isolado importante (de 3% a 14%) e pólen isolado ocasional (< 3%).

Os grãos encontrados foram fotografados e a identificação botânica das cargas polínicas realizou-se mediante comparação da morfologia dos grãos de pólen obtidos com a dos grãos de pólen da palinoteca referência da área, depositada no Laboratório de Estudos sobre Abelhas, da Universidade Federal do Maranhão. Algumas lâminas foram enviadas à palinoteca do Museu Paraense Emílio Goeldi para confirmação da identificação.

Resultados e Discussão

As flores de *Byrsonima chrysophylla* são visitadas por diversas abelhas pertencentes às tribos Centridini, Tapinotaspidini, Meliponini e Xylocopini, sendo registrado um total de 16 espécies (Tab. 1).

Dentre os visitantes mais frequentes foram utilizados para este estudo *Centris caxiensis* Ducke (Fig. 1), *Centris leprieuri* Spinola (Fig. 2), *Centris aenea* Lepeletier e *Xylocopa cearensis* Ducke.

Com cerca de 250 espécies, Centridini é o grupo de abelhas coletoras de óleos mais diversificado e restrito às Américas (Ramalho & Silva, 2002). Distribuem-se principalmente nas regiões tropicais, com alguns representantes presentes (e até restritos) às áreas mais secas nas regiões subtropicais e temperadas (Silveira et al. 2002). As abelhas do gênero *Centris* são restritas às regiões Neotropical e Neártica, ocorrendo desde regiões áridas até florestas úmidas equatoriais (Zanella 2002), sendo 97 espécies ocorrentes no Brasil (Silveira et al. 2002).

A tribo Xylocopini é mais abundante nas regiões tropicais e subtropicais, tanto no hemisfério oriental (onde sua diversidade é maior), quanto no hemisfério ocidental. O gênero *Xylocopa* reúne mais de 700 espécies, das quais cerca de 50 ocorrem no Brasil (Silveira et al. 2002).

A análise das cargas polínicas dos visitantes de *B. chrysophylla* demonstrou a presença de oito tipos polínicos (Fig. 3-10), pertencentes a oito espécies vegetais, distribuídas em sete famílias e oito gêneros (Tab. 2). Em todas as amostras de cargas polínicas, *B. chrysophylla* foi predominante (Tab. 3 e 4).

Durante o início da floração de *B. chrysophylla*, polens de *Cuphea tenella* Hook. & Arn. (Lythraceae) e *Matayba discolor* Radlk (Sapindaceae) foram isolados ocasionais nas cargas polínicas das pernas posteriores de *Centris caxiensis*. No pico da floração, apenas grãos de pólen de *B. chrysophylla* foram encontrados. No final da floração grãos de *Cuphea tenella* foram isolados ocasionais (Tab. 2).

Nos ninhos de *Centris caxiensis* foram observados grãos isolados ocasionais de *Cuphea tenella*, *Myrcia obtusa* Schauer (Myrtaceae), *Phthirusa pyrifolia* (H.B.K.) Eichl. (Loranthaceae) e *Matayba discolor*, enquanto polens de *B. chrysophylla* foram dominantes (Tab. 4).

Estudando os recursos florais disponíveis aos polinizadores de *Byrsonima crassifolia*, espécie simpátrica de *Byrsonima chrysophylla*, Silva et al. (2006) também observaram a presença de polens de *B. chrysophylla*, *Cuphea tenella*, *Myrcia obtusa* e *Phthirusa pyrifolia* em cargas polínicas de *Centris*

caxiensis. No entanto, naquele estudo na restinga do município de Barreirinhas, Maranhão, outras oito espécies vegetais foram encontradas nas cargas desta abelha.

A tabela 3 mostra ainda as espécies vegetais utilizadas por *Centris aenea*. A análise da carga polínica demonstrou que, no início da floração, grãos de *Matayba discolor* e *Cuphea tenella* foram isolados ocasionais. No pico da floração, entretanto, apenas *B. chrysophylla* foi utilizada como recurso para esta abelha. No final da floração, polens de *Anacardium microcarpum* Ducke (Anacardiaceae), *Comolia lythrioides* (Steudel) Naudin. (Melastomataceae) e *Mouriri guianensis* Aubl. (Melastomataceae) foram isolados importantes, enquanto *B. chrysophylla* foi dominante.

Por sua vez, a análise polínica das cargas das pernas posteriores de *Centris leprieuri* demonstrou 100% de grãos de pólen de *B. chrysophylla* durante todo o período de floração (Tab. 3).

A relação de especificidade entre abelhas do gênero Centridini e flores de *Byrsonima* já se encontra bem descrita quanto à coleta de óleos florais. Neste trabalho pôde-se observar também a importância quanto à utilização do pólen de flores de uma espécie de *Byrsonima* para abelhas desta tribo.

No início da floração, apenas *B. chrysophylla* foi utilizada como recurso para *Xylocopa cearensis* (Tab. 3). No pico da floração, grãos de *Comolia lythrioides* foram isolados importantes, com frequência de 10%, enquanto grãos de *B. chrysophylla* foram dominantes. No final da floração, polens de *Phthirusa pyrifolia* e *Comolia lythrioides* foram isolados ocasionais e grãos de *B. chrysophylla* foram dominantes. Abelhas do gênero *Xylocopa* utilizam néctar e pólen como únicas fontes de alimento. A maioria é generalista, visitando grande número de espécies vegetais, concentrando-se, porém, em alguns recursos mais produtivos (Gerling et al.1989).

Grãos de pólen de *Byrsonima chrysophylla* constituíram mais que 90% dos grãos ocorrentes nas amostras obtidas de seus visitantes mais frequentes durante toda a floração, excetuando-se *X. cearenses* no final da floração. Em *C. leprieuri*, esta espécie vegetal representou a única fonte de recurso polínico, com 100% de ocorrência em todas as amostras, evidenciando um alto grau de fidelidade a esta fonte floral. As espécies vegetais *Comolia lythrioides* e *Myrcia obtusa* são fontes secundárias de pólen, *Mouriri guianensis* é fonte secundária de óleo e pólen, enquanto *Anacardium microcarpum*, *Cuphea tenella*, *Matayba discolor* e *Phthirusa pyrifolia* são importantes fontes de néctar durante esse período, sendo o pólen detectado nas amostras, provavelmente aderido ao corpo das abelhas durante a coleta de néctar.

Em geral as abelhas tem maior especificidade em relação à coleta de pólen do que de néctar. Estas podem ser poliléticas (generalistas) ou oligoléticas, quando restringem suas coletas a uma ou poucas espécies de plantas relacionadas (Linsley, 1958). Os resultados demonstram que as abelhas visitantes não misturaram os recursos polínicos durante o vôo para a coleta de pólen, apresentando fidelidade às flores de *Byrsonima chrysophylla*, o que, segundo Alves dos Santos (1998), é uma das características de polinizadores efetivos.

B. chrysophylla é uma importante fonte de recurso polínico utilizada por seus polinizadores durante os meses de janeiro a março, época correspondente ao período chuvoso na região de Barreirinhas.

Agradecimentos

A Professora Léa Carreira, do Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo auxílio na identificação dos tipos polínicos; A Marina Ramos pela ajuda nas atividades de laboratório; a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

Referências

- 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. 1998. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. Pp. 101-106. In: **Anais do III Encontro sobre Abelhas**. Ribeirão Preto, USP.
- Anderson, W. R. 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** **11**: 219-223.
- Anderson, W. R. 1981. Malpighiaceae. In: The botany of the Guayana highland. Part XI. **Memoirs of the New York Botanical Garden** **32**: 21-306.
- 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.
- BRASIL, 1984. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão (SEMATUR). **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. São Luís, Lithograf.
- Buchmann, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics** **18**: 343-369.
- Cameron, K. M., Chase, M. W., Anderson, W. R. & HILLS, H. G. 2001. Molecular systematics of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences. **American Journal of Botany** **88**: 1847-1862.
- Eckert, J. E. 1942. The pollen required by a colony of honeybees. **Journal of Economic Entomology** **35**: 309-311.
- Erdtman, G. 1966. **Pollen morphology and plant taxonomic**. Stockholm, Almqvist & Wilsell.
- Gerling, D.; Velthuis, W. H. D. & Hefetz, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology** **34**: 163-190.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 1984. Atlas do Maranhão. IBGE, Rio de Janeiro.
- Linsley, E. G. 1958. The ecology of solitary bees. **Hilgardia** **27**: 543-597.
- Louveaux, J.; Maurizio, A.; Vorwohl, G. 1978. Methods of melissopalynology. **Bee World** **59**: 139-157.
- 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. Pp 255-279. In: B. M. Freitas (ed.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, Imprensa Universitária.
- Pedro, S. M. R. 1994. Interações entre abelhas e flores em uma área de cerrado no NE do Estado de São Paulo: abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). Pp. 243-255. In: **Anais do I Encontro sobre Abelhas**. Ribeirão Preto, USP.
- Ramalho, M & Silva, M. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus série Ciências Biológicas** **2**: 34-43.
- Rêgo, M. M. C. & Albuquerque, P. M. C. 2004. O murici e suas abelhas. **Ciência Hoje** **208**: 58-60.
- Rêgo, M. M. C. & Albuquerque, P. M. C. 2006. **Polinização do murici**. São Luís, Edufma.

Rêgo, M. M. C.; Albuquerque, P. M. C.; Ramos, M. C. & Carreira, L. M. 2006. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology** **35**: 579-587.

Ribeiro, E.; Rêgo, M. & Machado, I. 2006. Aspectos da polinização do murici pitanga - *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae). Pp. 49-54. In: (M. Rêgo & P. Albuquerque, eds.). **Polinização do Murici**. São Luís, EDUFMA.

Schlundwein, C.; Wittmann, D.; Martins, C. F.; Hamm, A.; Siqueira, J. A.; Schiffler, D. & Machado, I. C. 2005. Pollination of *Campanula rapunculoides* L. (Campanulaceae): How much pollen flows into pollination and into reproduction of oligolectic pollinators? **Plant Systematics and Evolution** **250**: 147-156.

Silva, O.; Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2006. Recursos florais disponíveis na restinga para os polinizadores do murici. Pp. 79-88. In: (M. Rêgo & P. Albuquerque, eds.). **Polinização do Murici**. São Luís, EDUFMA.

Silveira F.A.; Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. 2002. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, Fundação Araucária.

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

Souza, V. C. & Lorenzi, M. H. 2005. **Botânica sistemática**. Nova Odessa, Instituto Plantarum.

Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasílica** **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. 1974. **Ölblumen und ölsammelnde Bienen**. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Tropische und subtropische Pflanzenwelt 7. Franz. Steiner Verlag, Wiesbaden.

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

Wittmann, D. & Schlundwein, C. 1995. Melittophilus Plants, their pollen and flower visiting bees in Southern Brazil. 1. Loasaceae. **Biociências** **3**: 19-34.

Zanella, F. C. V. 2002. Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-americanas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 e de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950, incluindo uma análise filogenética do 'grupo *Centris*' *sensu* Ayala, 1998 (Hymenoptera, Apoidea, Centridini). **Revista Brasileira de Entomologia** **46**: 435-488.



Figuras 1 – 2. Abelhas em visita a flores de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. 1 – *Centris caxiensis* Ducke, 2 – *Centris leprieuri* Spinola.



Figuras 3 – 10. Tipos polínicos encontrados em cargas de abelhas visitantes de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. 3: *Phthirusa pyrifolia* (H.B.K.) Eichl. (Loranthaceae), 4: *Anacardium microcarpum* Ducke (Anacardiaceae), 5: *Cuphea tenella* Hook. & Arn. (Lythraceae), 6: *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae), 7: *Myrcia obtusa* Schauer (Myrtaceae), 8: *Matayba discolor* Radlk. (Sapindaceae), 9: *Mouriri guianensis* Aubl. (Melastomataceae) e 10: *Comolia lythrioides* (Steudel) Naudin (Melastomataceae). (Aumento de 1000x)

Tabela 1 – Espécies de abelhas visitantes de *Byrsonima chrysophylla* em restinga no município de Barreirinhas, Maranhão e frequência de suas visitas.

Tribo/Espécies	Frequência (%)
Centridini	
<i>Centris aenea</i> Lepeletier	14,14
<i>C. analis</i> Fabricius	0,34
<i>C. byrsonimae</i> Moure & Camargo	4,83
<i>C. caxiense</i> Ducke	30,0
<i>C. flavifrons</i> Fabricius	0,34
<i>C. leprieuri</i> Spinola	8,27
<i>C. longimana</i> Fabricius	0,69
<i>C. sponsa</i> Smith	1,03
<i>C. tarsata</i> Smith	2,41
<i>Epicharis umbraculata</i> Fabricius	0,69
Tapinotaspidini	
<i>Paratetrapedia globulosa</i> Friese	0,69
Meliponini	
<i>Melipona flavolineata</i> Friese	2,07
<i>Trigona fulviventris</i> Guérin	24,48
<i>Trigonisca extrema</i> In litt.	3,1
Xylocopini	
<i>Xylocopa cearensis</i> Ducke	6,9
<i>X. frontalis</i> Olivier	0,69

Tabela 2 – Espécies vegetais identificadas através de análise das cargas polínicas de pernas e ninhos de abelhas visitantes de *Byrsonima chrysophylla* Kunth., seu nome vulgar e recursos oferecidos aos visitantes em restinga no município de Barreirinhas, Maranhão. N – néctar, P – pólen e O – óleo.

Família	Espécie	Nome vulgar	Recurso
Anacardiaceae	<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke	cajuí	N
Loranthaceae	<i>Phthirusa pyrifolia</i> (H.B.K.) Eichl.	cipó ritirana	N
Lythraceae	<i>Cuphea tenella</i> Hook. & Arn.	vassoura	N
Malpighiaceae	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	murici pitanga	P/O
Melastomataceae	<i>Comolia lythrioides</i> (Steudel) Naudin	malva roxa	P
	<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	puçá	P/O
Myrtaceae	<i>Myrcia obtusa</i> Schauer	branquinha	P
Sapindaceae	<i>Matayba discolor</i> Radlk.	orelha-de-cachorro	N

Tabela 3 – Espécies vegetais e porcentagem de grãos de pólen encontrados nas pernas posteriores de *Centris caxienseis* Ducke, *Centris leprieuri* Spinola, *Centris aenea* Lepeletier e *Xylocopa cearensis* Ducke, coletadas em visitas às flores de *Byrsonima chrysophylla* Kunth durante o início, pico e fim da sua floração em restinga no município de Barreirinhas, Maranhão.

Abelhas/espécies vegetais	Período de floração de <i>Byrsonima chrysophylla</i>		
	início	pico	final
<i>Centris aenea</i>			
<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke	0	0	3,67
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	98,5	100	86,33
<i>Comolia lythararioides</i> (Steudel) Naudin	0	0	5
<i>Cuphea tenella</i> Hook. & Arn.	0,25	0	0
<i>Matayba discolor</i> Radlk.	1,25	0	0
<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	0	0	5
<i>Centris caxienseis</i>			
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	98,25	100	99,97
<i>Cuphea tenella</i> Hook. & Arn.	0,75	0	0,03
<i>Matayba discolor</i> Radlk.	1	0	0
<i>Centris leprieuri</i>			
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	100	100	100
<i>Xylocopa cearensis</i>			
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	100	90	99,67
<i>Comolia lythararioides</i> (Steudel) Naudin	0	10	0,08
<i>Phthirusa pyrifolia</i> (H.B.K.) Eichl.	0	0	0,25

Tabela 4 – Espécies vegetais e porcentagem de grãos de pólen encontrados em ninhos naturais de *Centris caxiense* Ducke, durante o mês de fevereiro em uma área de restinga em Barreirinhas, Maranhão.

Espécies vegetais	grãos de pólen (%)
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.	98,41
<i>Cuphea tenella</i> Hook. & Arn.	0,79
<i>Matayba discolor</i> Radlk.	0,02
<i>Myrcia obtusa</i> Schauer	0,71
<i>Phthirusa pyrifolia</i> (H.B.K.) Eichl.	0,07

Conclusões Gerais

Com base nos resultados obtidos foi possível concluir que:

☼ A chuva é o principal fator a influenciar os eventos fenológicos de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae) na restinga de Barreirinhas, Maranhão;

☼ *B. chrysophylla* é uma espécie melitófila, sendo visitada por abelhas pequenas, médias e grandes, contudo abelhas muito pequenas são apenas pilhadoras, não contribuindo eficazmente com a polinização desta espécie vegetal;

☼ Esta espécie vegetal é importante fonte de recursos durante o período chuvoso na região de Barreirinhas. Além do óleo floral, o pólen também é uma importante recompensa oferecida a seus visitantes;

☼ *Centris caxiensis*, *C. leprieuri*, *C. aenea* e *Xylocopa cearensis*, abelhas visitantes mais freqüentes de *B. chrysophylla*, são seus polinizadores efetivos, sendo *Centris caxiensis*, visitante mais freqüente, seu principal polinizador;

☼ A autocompatibilidade verificada nesta espécie vegetal pode funcionar como meio de aumentar a probabilidade de sucesso na polinização e garantir sua sobrevivência, sendo vantagem em ambientes com poucos polinizadores.

Apêndice

Márcia Rêgo Patrícia Albuquerque



Polinização
do Murici

4

Aspectos da polinização do “murici pitanga” - *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae)



Éville Ribeiro; Márcia Rêgo; Isabel Machado

B *yrsonima chrysophylla* é popularmente conhecida na região de Barreirinhas como “murici pitanga”. É uma planta de porte arbustivo, com altura variando de 1 a 2,5 metros. Decídua, perde suas folhas no período de outubro a meados de janeiro. Seu padrão de floração pode ser enquadrado no tipo cornucópia (*sensu* GENTRY, 1974), que se caracteriza pela produção de muitas flores por dia, durante várias semanas. Utilizando a classificação de NEWSTRON *et al.* (1994), a floração de *B. chrysophylla* é do tipo anual, com duração intermediária, ocorrendo de meados de janeiro a início de março, e sua frutificação ocorre de março a abril, quando se inicia a dispersão de seus frutos (Fig. 17 A-C).

Biologia floral e sistema reprodutivo

Suas flores são hermafroditas, zigomorfas e pentâmeras, com pétalas esbranquiçadas. Cada uma das sépalas possui, externamente, um par de glândulas epiteliais, produtoras de óleo. O androceu é formado por estames com anteras com deiscência longitudinal. As inflorescências são do tipo racemo terminal.

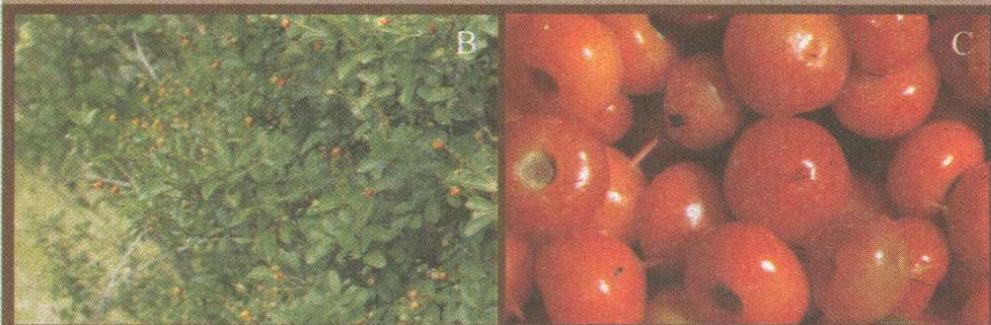
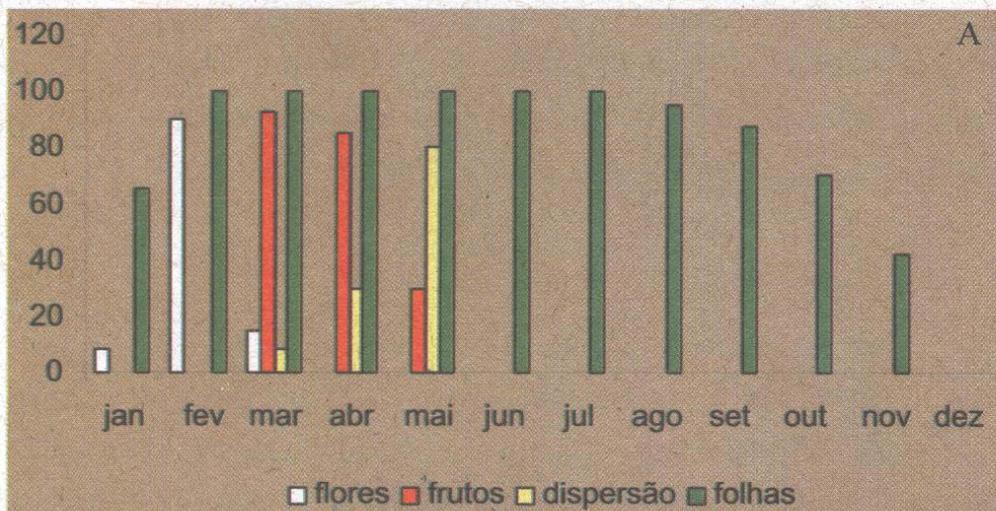


Figura 17. *Byrsonima chrysophylla* em área de restinga no município de Barreirinhas, Maranhão: (A) Fenologia (B) Indivíduo com frutos; (C) Frutos

A antese se inicia com o aparecimento dos primeiros raios solares, para a maioria das flores. Contudo, existem flores que se abrem durante todo o período do dia. O processo de antese se inicia com a distensão de todas as pétalas ao mesmo tempo, ou primeiramente com a distensão da pétala estandarte, e a distensão das outras pétalas ocorrem em seqüência, uma a uma. Simultaneamente à abertura das pétalas ocorre a distensão e separação dos estames, que já se encontram deiscentes. O estigma não se encontra receptivo nesse período, estando receptivo duas horas após completada a abertura da flor.

A duração da antese das flores é de 72h. No primeiro dia as flores possuem pétalas esbranquiçadas e já há apresentação de pólen. No segundo dia as pétalas encontram-se murchas e recurvadas para trás e o estigma ainda encontra-se receptivo. No terceiro dia, as pétalas encontram-se com suas bases avermelhadas, as anteras escurecidas e os elaióforos ressecados e rosados. No quarto dia a pétala estandarte encontra-se avermelhada, as outras pétalas encontram-se rosadas e as anteras caídas (Figura 18).



Figura 18. Sequência da antese e duração da flor de *Byrsonima chrysophylla*. (A) ao abrir; (B) 24h após a abertura; (C) 48h após e (D) 72h após.

Apesar de produzir recompensas florais atrativas aos visitantes, *B. chrysophylla* mostrou-se uma planta auto-compatível, formando frutos até mesmo quando fecundada com pólen da mesma flor, embora a fecundação e produção de frutos tenha sido bem menor em tal tratamento.

Polinização

Diversos trabalhos descrevem as abelhas da tribo Centridini como as polinizadoras mais eficazes do gênero *Byrsonima* (Tab. 1). Nesta espécie de *Byrsonima* não é diferente: a polinização é realizada quase que exclusivamente por algumas espécies de abelhas da tribo Centridini.

Ao coletar óleo floral, abelhas desta tribo pousam sobre as flores e, com auxílio da mandíbula, prendem-se à pétala estandarte. Dessa forma, a parte ventral do seu corpo fica em contato com as anteras e o estigma da flor. Os pentes basitarsais localizados nas pernas anteriores e medianas são utilizados para raspar os elaióforos. Em seguida, transferem o óleo coletado para as escopas, através de movimentos quase simultâneos com as pernas medianas. Ao coletar pólen, as abelhas elevam suas pernas posteriores e vibram o corpo, liberando o pólen das anteras (“buzz pollination”). O pólen, que é depositado no ventre, é transferido para as escopas também através das pernas medianas (Figura 19).

No entanto, uma espécie da tribo Xylocopini foi muito freqüente nas flores do “murici pitanga”. Esta abelha visitou as flores de *B. chrysophylla* para coletar pólen por vibração (“buzz pollination”).

Tabela 1 - Levantamento de trabalhos realizados enfocando polinização/ polinizadores com espécies de *Byrsonima*.

<i>Espécie</i>	<i>Referências</i>
<i>Byrsonima amoena</i> Cuatrec.	ALBUQUERQUE & MENDONÇA 1996
<i>B. arctostaphylloides</i> Nied.	FARIA 1994 (<i>apud</i> AGUIAR <i>et al.</i> 2003)
<i>B. basiloba</i> A. Juss.	SILVEIRA 1989
<i>B. coccolobifolia</i> Kunth	GOTTSBERGER 1986, BARROS 1992, GAGLIANONE 2000, AGUIAR <i>et al.</i> 2003
<i>B. crassa</i> Nied.	BARROS 1992, PEDRO 1994, FARIA-MUCCI <i>et al</i> 2003
<i>B. crassifolia</i> (L.) Kunth	ALBUQUERQUE & RÊGO 1989, RÊGO & ALBUQUERQUE 1989, PEREIRA 2001, PEREIRA & FREITAS 2002, RÊGO & ALBUQUERQUE 2004
<i>B. correifolia</i> A. Juss.	NEVES & VIANA 2001
<i>B. dealbata</i> Griseb.	FARIA 1994 (<i>apud</i> AGUIAR <i>et al.</i> 2003)
<i>B. gardneriana</i> A. Juss.	SILVA & MARTINS 1999, BEZERRA 2004
<i>B. guillemiana</i> Griseb.	GOTTSBERGER 1986, BARROS 1992
<i>B. intermedia</i> A. Juss.	GOTTSBERGER 1986, GAGLIANONE 2000
<i>B. cf. lancifolia</i> A. Juss.	BARROS 1992
<i>B. laxiflora</i> Griseb.	MARTINS 1995, RAMALHO & SILVA 2002
<i>B. sericea</i> DC.	TEIXEIRA & MACHADO 2000, GIMENES <i>et al.</i> 2002, RAMALHO & SILVA 2002
<i>B. subterranea</i> Brad. & Mark.	BARROS 1992
<i>B. umbellata</i> Mart.	BARROS 1992
<i>B. variabilis</i> A. Juss.	FARIA-MUCCI <i>et al</i> 2003
<i>B. vaccinifolia</i> A. Juss.	GOTTSBERGER 1986
<i>B. verbacifolia</i> (L.) DC.	GOTTSBERGER 1986, BARROS 1992



Figura 19. (A) *Centris caxienseis* e (B) *C. spilopoda* coletando óleo. (C) *C. caxienseis* e (D) *C. spilopoda* coletando pólen; notar a distensão das pernas posteriores.

- [Objetivo](#)
- [Normas editoriais](#)
- [Instruções aos autores](#)

ISSN 0100-8404 *versão
impressa*
ISSN 1806-9959 *versão on-
line*

Objetivo

A **Revista Brasileira de Botânica** é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - [SBSP](#), cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, em português, espanhol ou inglês.

Normas editoriais

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), **em quatro cópias**, devem ser enviados ao [Editor Responsável](#) da **Revista Brasileira de Botânica** no [endereço abaixo](#).

A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. 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, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) o custo adicional de sua publicação**. Igualmente, **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. 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 mediante pagamento.

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, 8/6/1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US).

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, µmol.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.

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.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

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 15 x 21 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".

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.

[\[Home\]](#) [\[Sobre esta revista\]](#) [\[Corpo editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)

© 2007 SBSP

Caixa Postal 57088
04093-970 São Paulo SP Brasil
Tel.: +55 11 5584-6300 - ramal 225
Fax: +55 11 577-3678

e-Mail

rbbot@ig.com.br

- [Objetivo](#)
- [Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanica Brasilica](#)

ISSN 0102-3306 *versão
impressa*
ISSN 1677-941X *versão online*

Objetivo

A **Acta Botanica Brasilica**, publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Inglês ou Espanhol. 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.

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanic

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 Resúmen 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 17,5x23,5 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 Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos rescentes 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 J. Santos, comunicação pessoal.

[[Home](#)] [[Sobre esta revista](#)] [[Corpo editorial](#)] [[Assinaturas](#)]

© 2000-2007 Sociedade Botânica do Brasil

Acta Botanica Brasilica
Caixa Postal 3005
01061-970 São Paulo SP Brasil
Tel.: +55 11 5058-5644



acta@botanica.org.br