

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

FERNANDA NOGUEIRA MENDES

**Polinização, sistema reprodutivo e abelhas visitantes de
duas espécies simpátricas de *Byrsonima* (Malpighiaceae)
em área de cerrado no Maranhão, Brasil**

São Luís
2007

FERNANDA NOGUEIRA MENDES

**Polinização, sistema reprodutivo e abelhas visitantes de
duas espécies simpátricas de *Byrsonima* (Malpighiaceae)
em área de cerrado no Maranhão, Brasil**

Orientadores: Dr.^a Márcia Maria Corrêa Rêgo
Dr.^a Patrícia Maia C. de Albuquerque

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

Mendes, Fernanda Nogueira.

Polinização, sistema reprodutivo e abelhas visitantes de duas espécies simpátricas de *Byrsonima* (Malpighiaceae) em área de cerrado no Maranhão, Brasil / Fernanda Nogueira Mendes. – São Luís, 2007.

71f.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal do Maranhão, 2007.

1. Polinização – *Byrsonima* 2. Biologia floral 3. Centridini I. Título.

CDU 581.162.3: 582.754

Fernanda Nogueira Mendes

Polinização, sistema reprodutivo e abelhas visitantes de duas espécies simpátricas de *Byrsonima* (Malpighiaceae) em área de cerrado no Maranhão, Brasil.

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

Prof.^a Dr.^a Márcia Rêgo
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Patrícia Albuquerque
Co-orientadora

Prof.^a Dr.^a Isabel Machado

Prof.^a Dr.^a Emília Girnos

A Deus, pela minha vida;

A meus pais, Maria do Carmo e Mendes Neto,
pelos ensinamentos e por acreditarem em mim.

*Porque é esplêndido o fruto de bons trabalhos,
e a raiz da sabedoria é sempre fértil.*

Sab 3, 15.

Agradecimentos

- a Deus, Fonte de toda sabedoria e Luz de todo caminho;
- à FAPEMA, pela concessão de bolsa;
- à Comercial e Agrícola Paineiras, pelo apoio logístico;
- à minha admirável orientadora Prof.^a Dr^a Márcia Rêgo por sua confiança, amizade e incentivo constante à pesquisa;
- a Prof.^a Dr^a Patrícia Albuquerque, por seu exemplo de profissional e por suas valiosas contribuições para a execução deste trabalho;
- aos meus pais, Maria do Carmo e Mendes Neto, por todo amor e dedicação a mim, pelas lições de vida e por tudo que sou hoje;
- a Richardson Gomes, pelo carinho, atenção, companheirismo e por estar sempre me dando apoio nos momentos importantes da minha vida;
- a Marina Ramos e Adriano Maciel, pela ajuda e companhia em campo e por sua amizade;
- a Éville Karina, pelas dicas no decorrer deste trabalho;
- ao coordenador do mestrado Prof^o Dr^o Macário Rebêlo, pelo apoio e amizade;
- a D. Ana Lúcia, pela disponibilidade e ajuda em vários momentos importantes;
- a Julianne Silva e D. Irene Silva, pelo apoio durante realização de estágio em Belém;
- a todos os meus amigos do LEA, do Curso de Biologia e do mestrado em Biodiversidade e Conservação, pela convivência.

Índice

Apresentação.	01
Capítulo 1. Sistema de polinização e reprodução de <i>Byrsonima umbellata</i> Mart. (Malpighiaceae) em área de cerrado no Maranhão, Brasil.	02
Capítulo 2. Biologia reprodutiva de <i>Byrsonima rotunda</i> Griseb. (Malpighiaceae) no cerrado do Maranhão, Brasil.	27
Capítulo 3. Fontes de pólen utilizadas por abelhas Centridini (Apidae) visitantes de duas espécies de <i>Byrsonima</i> (Malpighiaceae) em área de cerrado no Maranhão, Brasil.	47
Capítulo 4. Melitofilia em flores do “murici vermelho” – <i>Byrsonima umbellata</i> (Malpighiaceae).	69

I – Apresentação

A referida dissertação foi dividida em três artigos, a serem enviados para a Revista Brasileira de Botânica (Artigo 1), Acta Botânica Brasílica (Artigo 2) e Revista Iheringia, série Zoologia (Artigo 3), e um capítulo do livro intitulado “Polinização do Murici”, organizado por Dr^a. Márcia Rêgo e Dr^a. Patrícia Albuquerque.

A proposta geral deste trabalho foi estudar a biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* (*B. umbellata* e *B. rotunda*, Malpighiaceae), quanto aos aspectos da biologia floral, polinização, sistema reprodutivo, abelhas visitantes e suas fontes de pólen.

B. umbellata e *B. rotunda* são espécies hermafroditas, de antese diurna e alta viabilidade polínica. O padrão de floração de *B. umbellata* é anual, extensivo e irregular, havendo produção de botões e flores mais ou menos constante ao longo dos meses, enquanto em *B. rotunda* o padrão de floração é anual, intermediário e regular, havendo produção bastante rápida de botões, flores e frutos, com mais ou menos uma semana de predominância para cada fenofase.

Os resultados das polinizações indicam que as duas espécies de *Byrsonima* são parcialmente auto-incompatíveis. Foram observadas 42 espécies de abelhas visitantes em *B. umbellata*; sendo a tribo Meliponini mais abundante e a tribo Centridini mais rica em espécies. Em *B. rotunda* foram observadas 16 espécies de abelhas, com os principais polinizadores da tribo Centridini e *Centris aenea* a espécie mais freqüente.

As plantas estudadas são de grande importância dentro do ambiente estudado (cerrado), por atraírem uma grande diversidade de abelhas, que visitam suas flores à procura de pólen e/ ou óleo. Estas abelhas exercem papel fundamental no sucesso reprodutivo não só das espécies de *Byrsonima*, mas de muitas outras plantas presentes na mesma área.

Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima umbellata* Mart. (Malpighiaceae) em Área de Cerrado no Maranhão, Brasil¹.

Fernanda Nogueira Mendes^{2,3}, Márcia Maria Corrêa Rêgo² & Patrícia Maia Correia de Albuquerque²

¹ Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão.

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

³ Autor para correspondência: fnmodel@yahoo.com.br

ABSTRACT – (Pollination and Reproduction System of *Byrsonima umbellata* Mart. (Malpighiaceae) in Cerrado at Maranhão, Brazil). The reproductive biology of *Byrsonima umbellata* was studied in a Cerrado area close to Bom Jesus (03°12'28 " S, 43°24'12 " W) far from 46 km of the municipal district of Urbano Santos, northeast of Maranhão, Brazil, from Mar to Oct/2005 and Mar to Oct/2006. Flowering phenology, morphology and floral biology were studied and bees visitors were observed. The breeding system was verified through experimental pollinations in the field. *Byrsonima umbellata* is a specie with hermaphrodite flowers, of diurnal anthesis and high pollen viability. The flowering pattern is annual, extensive and irregular, having production of buds and flowers more or less constant along the months. The controlled pollinations showed that the species is partially self-incompatible. Forty two species of bee visitors were observed. The tribe Meliponini presented larger abundance, while the wealth was larger in the Centridini tribe.

Key words – Breeding system, Centridini, Meliponini, floral oil, phenology

RESUMO – (Sistema de Polinização e Reprodução de *Byrsonima umbellata* Mart. (Malpighiaceae) em Área de Cerrado no Maranhão, Brasil). A biologia reprodutiva de *Byrsonima umbellata* foi estudada em uma área de cerrado próxima ao povoado de Bom Jesus (03°12'28'' S, 43°24'12'' W), distante 46 km da sede do município de Urbano Santos, nordeste do Maranhão, Brasil, durante o período de mar a out/2005 e mar a out/2006. Foram realizados estudos sobre fenologia, morfologia e biologia floral e observadas as abelhas visitantes. O sistema reprodutivo foi determinado através de experimentos de polinização feitos em campo. *Byrsonima umbellata* é uma espécie que possui flores hermafroditas, de antese diurna e alta viabilidade polínica. O padrão de floração é anual, extensivo e irregular, havendo produção de botões e flores mais ou menos constante ao longo dos meses. Os resultados dos experimentos de polinização indicam que a espécie é parcialmente auto-incompatível. Foram observadas 42 espécies de abelhas visitantes. A tribo Meliponini apresentou maior abundância, enquanto a riqueza foi maior na tribo Centridini.

Palavras-chave – Centridini, fenologia, Meliponini, sistema reprodutivo, óleo floral

Introdução

A família Malpighiaceae é predominantemente tropical, com cerca de 85% das espécies distribuídas no Novo Mundo (Anderson 1979). No Brasil ocorrem aproximadamente 300 espécies, pertencentes a 32 gêneros, em diversas formações vegetais (Barroso *et al.* 1991).

Das espécies neotropicais de Malpighiaceae, 92% produzem óleo como recompensa aos seus visitantes em glândulas especiais localizadas no cálice da flor denominadas de elaióforos (Vogel 1974). O óleo floral é coletado por fêmeas de abelhas Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (Apidae) por meio de estruturas de pêlos especializadas, denominadas de pentes basitarsais, localizadas nas pernas anteriores e medianas (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Buchmann 1987).

O gênero *Byrsonima* possui cerca de 160 espécies, das quais 70 são encontradas no Brasil (Flinte *et al.* 2003). Uma grande diversidade de abelhas visita suas flores e de outras espécies, como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), a sapucaia (espécies do gênero *Lecythis*) e a sucupira (*Bowdichia virgilioides*), mantendo interações mutualísticas (Rêgo & Albuquerque 2004). Diante disso, é de grande importância o conhecimento da biologia desses polinizadores, a fim de preservá-los e, com isso, manter a diversidade das comunidades de plantas, além de aumentar a produtividade dos alimentos que produzem (Rêgo & Albuquerque 2004).

Por possuírem flores vistosas, frutos que atraem aves e pelo seu rápido crescimento, espécies de *Byrsonima* têm grande potencial ornamental e na recuperação de áreas degradadas (Anderson 1981).

Atualmente existem diversos trabalhos com espécies do gênero *Byrsonima*, com enfoque em seus polinizadores, biologia floral e reprodução (Albuquerque & Rêgo 1989; Rêgo & Albuquerque 1989, 2006; Sazima & Sazima 1989; Barros 1992; Vinson *et al.* 1997; Teixeira & Machado 2000; Pereira & Freitas 2002; Benezar & Pessoni 2006; Mendes *et al.* 2006). Porém, sobre *Byrsonima umbellata* são encontrados raros trabalhos, como o de Barros (1992), com sete espécies simpátricas de *Byrsonima*.

O presente trabalho descreve a biologia reprodutiva de *Byrsonima umbellata* (murici vermelho), em ambiente de cerrado, quanto aos aspectos de biologia floral, polinização, sistema reprodutivo e abelhas visitantes.

Material e Métodos

Área de Estudo - O estudo foi realizado em uma área de cerrado próxima ao povoado de Bom Jesus (03°12'28'' S, 43°24'12'' W), a 46 km da sede do município de Urbano Santos, nordeste do Maranhão. O clima da região é tropical, com totais pluviométricos médios anuais em torno de 1800 mm, sendo 89% desse total concentrado nos meses de dezembro a maio. A temperatura média anual varia entre 26° C e 27° C e a vegetação predominante na região é o cerrado, ocorrendo ainda outras formações, como a floresta estacional semidecídua e manchas de vegetação mista (Brasil 1984).

Metodologia - As atividades de campo foram realizadas de março a outubro de 2005 e de 2006. Os eventos fenológicos de *Byrsonima umbellata* foram acompanhados em 64 indivíduos, quinzenalmente no ano 2005 e mensalmente em 2006. As seguintes fenofases foram observadas: botões florais, flores abertas, desenvolvimento e dispersão dos frutos, as quais foram descritas por notas de ocorrência, de acordo com Fournier (1974). O padrão de floração foi analisado conforme Newstrom *et al.* (1994).

Foram realizadas observações sobre morfologia da flor (n = 20), tipo e número de inflorescências por indivíduo (n = 20) e número de botões por inflorescência (n = 30). O processo de antese foi acompanhado a cada hora (das 6 às 17 h) em 40 botões florais marcados em pré-antese, sendo registradas as alterações ocorridas. Foi verificado também a longevidade floral e o número médio de flores abertas por inflorescência. A viabilidade dos grãos de pólen foi analisada através da técnica de coloração do citoplasma por carmin acético (Dafni 1992).

Para determinação do sistema reprodutivo, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco indivíduos e em cada um seis inflorescências (com botões em pré-antese) foram marcadas com fitas de cores diferentes, sendo cinco isoladas com sacos de tule. Cada inflorescência (com apenas um

botão) foi submetida a um dos seguintes tratamentos: xenogamia (o botão foi emasculado e a polinização foi feita esfregando-se sobre os estigmas receptores as anteras de uma flor recém aberta de um outro indivíduo), geitonogamia (processo semelhante ao tratamento anterior, com a diferença de que a polinização foi feita com pólen de outra flor do mesmo indivíduo), autopolinização manual (logo após a abertura, os estigmas receberam pólen das anteras da própria flor com auxílio de um pincel), autopolinização espontânea (as inflorescências permaneceram isoladas até a formação ou do fruto) e apomixia (as anteras foram eliminadas imediatamente após a abertura da flor, antes da deiscência). Foram feitas 30 repetições para cada tipo de tratamento. As inflorescências não isoladas foram utilizadas para se avaliar a eficiência da polinização natural (controle). Todas as inflorescências marcadas foram acompanhadas até a formação ou não dos frutos.

O “índice de auto-incompatibilidade” (IAI) e a “eficiência reprodutiva” (ER) (Zapata & Arroyo 1978) foram calculados com as modificações apresentadas por Freitas & Oliveira (2002) e Benezar & Pessoni (2006). O IAI foi obtido pela divisão do percentual de frutos resultantes de autopolinizações pelo percentual de frutos formados por xenogamia e a ER pela divisão do percentual de frutos provenientes de polinização natural pelo percentual de frutos por xenogamia.

A receptividade do estigma foi testada através de experimentos adicionais de xenogamia em 30 flores: 10 recém abertas, 10 com 24 horas e 10 com 48 horas de abertura. Estas flores foram isoladas e acompanhadas até a formação ou não do fruto.

As abelhas visitantes foram coletadas de março a outubro de 2005, quinzenalmente, em dois dias consecutivos (das 6 às 12 h no 1º dia e das 12 às 17 h no 2º dia; 12 dias; 132 horas de amostragem), em todos os indivíduos que se encontravam floridos. Os exemplares, coletados com rede entomológica, encontram-se depositados no Laboratório de Estudos sobre Abelhas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Para determinação da diversidade de abelhas foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener.

O comportamento dos visitantes foi analisado a partir de observações visuais diretas, filmagens e registros fotográficos, os quais foram processados em laboratório com uso de TV e computador.

Resultados e Discussão

Hábito e Morfologia Floral - Os indivíduos de *Byrsonima umbellata* observados são arvoretas com altura média de $1,5 \pm 0,5$ m ($n = 20$; Fig. 1A). As folhas são elípticas, de filotaxia oposta cruzada e medem em média 4,1 cm de comprimento e 1,7 cm de largura ($n = 30$; Fig. 1B). A inflorescência é do tipo racemo terminal, com $3,0 \pm 1,0$ cm de comprimento ($n = 30$), possuindo $10,6 \pm 4,3$ botões ($n = 30$; Fig. 1C-1D). Os indivíduos possuem uma média de 125 ± 140 inflorescências ($n = 20$). As informações referentes ao porte da planta condizem com o trabalho realizado por Barros (1992), que encontrou valores entre 1 e 2,5 m em uma área de cerrado do Distrito Federal.

As flores possuem $10,1 \pm 1,2$ mm de diâmetro ($n = 20$), são hermafroditas, zigomorfas, pentâmeras (algumas hexâmeras), com pétalas brancas quando novas e vermelhas quando senescentes (Fig. 1E). Quatro pétalas são semelhantes e uma é diferenciada (pétala estandarte), quanto ao tamanho e espessura. Os elaióforos, em número de 10 (dois por sépala), possuem coloração alvo-rósea e tornam-se vermelhos com a senescência da flor. O androceu é constituído por dez estames com anteras de deiscência longitudinal e pólen pulverulento com 98% de viabilidade. O gineceu é formado por ovário súpero, tricarpelar, trilocular com dois, três ou cinco estigmas, que se encontram abaixo da altura das anteras.

Os frutos são drupáceos, apresentam coloração vermelha e têm diâmetro médio de $6,1 \pm 1,1$ mm ($n = 20$; Fig. 1F). Por diversas vezes foram vistos Hemípteros da espécie *Leptoglossus sinctus* (Coreidae) com o aparelho bucal inserido nos frutos, provavelmente alimentando-se deles. Benezar & Pessoni (2006) também observaram predação de frutos em *B. coccolobifolia*.

As características florais descritas acima se enquadram na síndrome de melitofilia, sendo constantes dentro da família Malpighiaceae (Anderson 1979, 1981). Esse conservadorismo floral

pode ser resultado da evolução das Malpighiaceae neotropicais com polinizadores especializados (Anderson 1979). Flores de alguns indivíduos de *Byrsonima sericea* (Teixeira & Machado 2000) e *B. chrysophylla* (Nelson 1982 *apud* Barros 1992) não possuem elaióforos, o que é uma característica comum em espécies de *Byrsonima*, associada a uma redução de recompensas florais, com manutenção dos níveis de polinização através de uma estratégia de mimetismo entre indivíduos com e sem elaióforos (Vogel 1990).

A presença de uma pétala diferenciada é interpretada como um guia de orientação para o pouso e posicionamento do polinizador (geralmente abelha) na flor, possuindo ainda função de suporte durante a coleta de óleo, em que a abelha se prende à pétala com a mandíbula (Anderson 1979, Sazima & Sazima 1989, Vogel 1990). Muitas espécies de abelhas Centridini exibiram este tipo de comportamento, conforme adiante, ao contrário do observado em espécies simpátricas de Malpighiaceae por Costa *et al.* (2006), em que na maioria das vezes as abelhas não se prenderam à pétala durante a coleta de óleo.

Biologia Floral - A antese em *Byrsonima umbellata* ocorre durante todo o dia, principalmente nas primeiras horas da manhã (5 e 6 h), podendo acontecer de duas formas: todas as pétalas ao mesmo tempo (sincrônica) ou sequencialmente (diacrônica). Foi observado um total diário de até oito flores abertas por inflorescência ($n = 20$). Após a abertura de todas as pétalas, estas se distendem para trás (com exceção da pétala estandarte), evidenciando os estames e estigmas, e após duas ou três horas as anteras já estão deiscentes. Quarenta e oito horas após a abertura, a flor entra em processo de senescência, com mudança de coloração da corola para o vermelho e o ressecamento dos estames. Com mais um ou dois dias as pétalas começam a cair. Os estiletes permanecem até a formação do fruto. Os testes de polinização cruzada (xenogamia) mostraram que os estigmas estão receptivos até 48 horas após a abertura da flor.

A mudança de coloração nas flores de *Byrsonima umbellata* pode ser importante no efeito da atração das abelhas, visto que, à medida que as flores mudavam de cor, as visitas às mesmas tornavam-se menos frequentes. Outras espécies de *Byrsonima* também apresentam mudança de cor

das pétalas, tais como *B. gardnerana*, *B. microphylla*, *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia* (Benezar & Pessoni 2006; Costa *et al.* 2006; Rêgo & Albuquerque 2006). De acordo com Weiss (1995), a mudança na coloração floral tem, provavelmente, evoluído em resposta a seleção por polinizadores e reflete uma convergência funcional dentro das angiospermas. Provavelmente a conservação de flores senescentes, com coloração alterada, pode ser uma estratégia da planta para manter ou aumentar o poder de atração das inflorescências, uma vez que essas flores recebem, embora com pouca frequência, a visita de abelhas (Rêgo & Albuquerque 1989). Anderson (1979), entretanto, sugere que essa característica serviria para desviar a atenção dos polinizadores para as flores ainda funcionais. A permanência das pétalas nas flores por cerca de cinco dias, mesmo após a polinização, pode funcionar como força atrativa para as abelhas a longa distância (Costa *et al.* 2006). À curta distância, a mudança da cor seria um indicativo visual imediato de quais flores apresentariam recompensa, otimizando as visitas e minimizando danos às flores já polinizadas.

Antese diurna em *B. umbellata* também foi observada no cerrado de Brasília por Barros (1992), abrindo diariamente de duas a cinco flores por inflorescência. Outras espécies de *Byrsonima* que apresentam antese diurna são *B. crassifolia* (Pereira & Freitas 2002; Rêgo & Albuquerque 2006) e *B. chrysophylla* (Ribeiro *et al.* 2006), em ambiente de restinga – MA, *B. sericea*, na Mata Atlântica - PE (Teixeira & Machado 2000) e em dunas costeiras – BA (Costa *et al.* 2006), *B. gardnerana* e *B. crassa*, no cerrado – DF (Barros 1992). Benezar & Pessoni (2006) observaram que a antese em *B. coccolobifolia* iniciava-se por volta das 16 horas e terminava na madrugada do dia seguinte; porém, após uma queimada na área de estudo (savana), o processo ocorreu em horários variados do dia.

Fenologia - O início do florescimento ocorreu na segunda metade de março (período chuvoso), estendendo-se até o início de outubro (período de estiagem), com um pico de produção de flores no mês de junho (Fig. 2). A frutificação ocorreu de abril até outubro, com o tempo de desenvolvimento dos frutos variando entre dois e três meses.

No cerrado de Brasília, *Byrsonima umbellata* apresentou episódios de florescimento semelhantes ao observado no cerrado do Maranhão: de abril a setembro no primeiro ano e de maio a outubro no segundo (Barros 1992). As espécies de Malpighiaceae estudadas por Sigrist & Sazima (2004) em mata semidecídua do Sudeste apresentaram períodos de floração fora do período seco, em estações transicionais. Florescimento concentrado e/ou restrito à estação seca do ano foi registrado em área de restinga (MA) em *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. correaefolia* (Rêgo & Albuquerque 2006). Já a floração em *B. chrysophylla*, observada nessa mesma restinga no Maranhão, ocorreu na estação chuvosa, de março a abril (Ribeiro *et al.* 2006),

De acordo com a classificação de Newstrom *et al.* (1994), o padrão de floração de *B. umbellata* é anual (um pico de floração/ano), irregular (indivíduos em diferentes fenofases) e extensiva (mais de seis meses de duração). Observando-se a intensidade de cada fenofase, nota-se uma produção de botões e flores mais ou menos contínua ao longo dos meses (Fig. 2), havendo, dessa maneira, uma renovação de óleo e pólen e, conseqüentemente, maior disponibilidade de recursos florais para uma grande diversidade de abelhas visitantes durante longo período de tempo. Essa constante oferta de flores funciona como um importante fator para a manutenção e sobrevivência das larvas das abelhas coletoras de óleo, que dependem fundamentalmente deste recurso para completar seu ciclo de vida (Buchmann 1987; Vinson *et al.* 1997).

Abelhas Visitantes - De março a outubro de 2005, foram coletados 840 indivíduos distribuídos em 42 espécies, 11 gêneros e 5 tribos ($S = 2,54$) (Tab. 1). Os Meliponini apresentaram maior abundância, com 473 espécimes, representando 56,3% dos indivíduos coletados, seguidos de Centridini (193 ind.; 23%) e Tapinotaspidini (105 ind.; 12,5%). Quanto à riqueza, os Centridini sobrepuseram os demais grupos com 19 espécies (45,2%), seguidos de Meliponini (11 spp.; 26,1%) e Tapinotaspidini (5 spp.; 12%).

Dentre os gêneros, *Trigona* foi o mais representativo, com o maior número de indivíduos (404 ind.; 48%), seguido de *Centris* (187 ind.; 22,2%) e *Paratetrapedia* (105 ind.; 12,5%). As espécies mais abundantes foram: *Trigona pallens* (Fabricius 1978) (240 ind.; 28,5%), *Trigona*

fulviventris Guérin 1835 (164 ind.; 19,5%), *Centris (Ptilotopus) maranhensis* (Ducke 1910) (60 ind.; 7,1%), *Paratetrapedia (Paratetrapedia) leucostoma* (Cockerell 1923) (52 ind.; 6,1%) e *Centris (Centris) aenea* Lepeletier 1981 (49 ind.; 5,8%) (Tab. 1).

A maior abundância de Meliponini provavelmente ocorreu devido à presença de ninhos observados na área de estudo. A grande diversidade nos seus hábitos de nidificação possibilita a ocorrência de colônias de várias espécies, mesmo em pequenas áreas (Wille 1983; Camargo 1994; Rêgo & Brito 1996). Além disso, essas abelhas têm colônias perenes e numerosas (Nogueira-Neto 1970) e são generalistas, procurando alimento em plantas floridas, nas proximidades dos ninhos, até o esgotamento dos seus recursos.

A riqueza de espécies diagnosticada foi maior que em outras espécies de *Byrsonima* estudadas em diferentes formações vegetais: 40 spp. em *B. crassifolia* em áreas nativas (restinga) e cultivadas no Maranhão (Rêgo & Albuquerque 2006), 7 spp. em *B. gardnerana* e em *B. microphylla* nas dunas da Bahia (Costa *et al.* 2006) e 18 spp. em *B. sericea* em fragmento de mata atlântica em Pernambuco (Teixeira & Machado 2000). Diante disso, percebe-se o importante papel ecológico que *B. umbellata* possui na manutenção da fauna apícola.

Os meses de maior abundância e diversidade de abelhas coincidiram com o pico de floração de *B. umbellata* (Fig. 3A) e de outras espécies típicas do cerrado (*Banisteriopsis* sp., *Bowdichia virgilioides*, *Parkia* sp., *Ouratea* sp., etc; obs. pessoal). Segundo Gottsberger (1986), em comunidades de Malpighiaceae, a fenologia da floração parece estar estreitamente relacionada com a fenologia das abelhas coletoras de óleo, o que foi verificado neste trabalho com as espécies mais frequentes de Centridini (Fig. 3B). Além disso, uma sincronia de floração entre as espécies (como em *B. umbellata*, *B. crassifolia*, *B. rotunda*, *B. verbascifolia* e *Banisteriopsis* sp., presentes na área de estudo) pode aumentar a oferta de recursos para os polinizadores, favorecendo a sua sobrevivência e mantendo estável a polinização das espécies envolvidas (Sigrist & Sazima 2004).

As visitas às flores foram mais frequentes no período da manhã (70%), principalmente entre 7 e 9 h, horários de temperaturas mais amenas e maior umidade relativa, havendo decréscimo no

número de visitantes nos horários posteriores (Fig. 4). Maior frequência de visitas às flores de espécies de *Byrsonima* no período matutino também foi observada por Albuquerque & Rêgo (1989) e Teixeira & Machado (2000), sendo um padrão considerado comum para as comunidades tropicais.

O comportamento de coleta de óleo e pólen das Centridini foi semelhante entre as espécies. A coleta de óleo pode ser realizada em flores ou em botões. No primeiro caso, as abelhas pousam sobre as flores e prendem-se através das mandíbulas na pétala estandarte e com os pentes basitarsais, presentes nos dois primeiros pares de pernas, raspam os elaióforos, que acabam rompidos (Fig. 5A-5B). O óleo liberado é então coletado e transferido para as escopas das pernas posteriores. Neste processo, a abelha pode transferir também os grãos de pólen que se encontram aderidos na sua superfície ventral promovendo a polinização da flor.

Na coleta em botão floral, abelhas de médio a grande porte, como *Epicharis bicolor*, *Centris flavifrons* e as espécies do subgênero *Ptilotopus* (Fig. 5C), equilibram-se na própria inflorescência com auxílio das pernas posteriores e raspam todas as glândulas, transferindo o óleo para a escopa ao deixar o botão. Este comportamento é realizado em voo estacionário próximo as inflorescências visitadas. Alguns indivíduos de *E. bicolor* penduravam-se nas folhas através da mandíbula para realizar a transferência de óleo. Espécies de pequeno porte, como *C. byrsonimae*, curvam-se sobre o botão e prendem-se no pedúnculo através das pernas posteriores, realizando a raspagem com os outros pares de pernas (Fig. 5D). A transferência do óleo segue o mesmo padrão descrito para as demais espécies de Centridini.

Durante a coleta exclusiva de pólen, as pernas anteriores e medianas permanecem imóveis sobre os elaióforos e a abelha vibra o corpo (“buzz-pollination”), pressionando as anteras e elevando as pernas posteriores nesse momento (Fig. 5E). A transferência dos grãos de pólen é feita através das pernas medianas, com as quais as abelhas raspam o pólen da parte ventral do tórax, depositando-o nas escopas.

As abelhas podem alternar a coleta de pólen com a de óleo ou coletar os dois recursos quase ao mesmo tempo, raspando os elaióforos e vibrando logo em seguida, sem sair da flor. Assim que saem, elas transferem rapidamente o pólen e o óleo para as escopas à procura de outra flor ou botão.

Os indivíduos das espécies de *Centris* (*Ptilotopus*) foram observados apenas coletando óleo em flores e botões. Visitas aos botões e às flores senescentes foram registradas apenas para as espécies de *Centris*, mas de maneira rápida e menos freqüente. Espécies de *Epicharis* não pousaram em flores vermelhas, passando por quase todas as flores brancas da inflorescência sem voar.

Todos os indivíduos de *B. umbellata* apresentam elaióforos na base das sépalas e frequentemente foram contatados pelas Centridini, também observadas em outras espécies de *Byrsonima* por Albuquerque & Rêgo (1989), Teixeira & Machado (2000), Benezar & Pessoni (2006), Costa *et al.* (2006), Rêgo & Albuquerque (2006) e Ribeiro *et al.* (2006). Segundo Vogel (1990), o desenvolvimento dos elaióforos nas espécies de Malpighiaceae do Novo Mundo e a presença de estruturas especializadas nas pernas dessas abelhas é decorrente de um processo co-evolutivo.

As abelhas da tribo Tapinotaspidini apresentaram comportamento semelhante ao descrito por Rêgo & Albuquerque (1989) em flores de *Byrsonima crassifolia*. Durante a visita às flores para coleta de pólen, a abelha prende-se aos filetes dos estames com as mandíbulas (Fig. 5F), e com os pentes basitarsais anteriores raspa os grãos das anteras, ficando com a fronte impregnada de pólen, podendo entrar em contato com os estigmas e promover a polinização. A transferência para a escopa ocorre com auxílio das pernas medianas, sem que a abelha saia da flor. *Paratetrapedia* sp2 foi observada coletando pólen por fora dos estames com a língua (Fig. 5G).

A coleta de óleo pode ser feita no botão ou na flor, pelo lado inferior, não contatando os órgãos sexuais. As abelhas prendem-se aos elaióforos com auxílio das mandíbulas e com os pentes basitarsais raspam as glândulas (Fig. H), coletando o óleo e transferindo-o sem sair da flor ou do botão.

O comportamento de coleta das abelhas Tetrapediini foi semelhante ao observado nas espécies de Tapinotaspidini, tanto durante a coleta de pólen (mais freqüente) quanto de óleo.

A maioria das espécies da tribo Meliponini visitou as flores de *B. umbellata* somente para coleta de pólen. Para isso elas ficam sobre as anteras e retiram o pólen com a língua (Fig. 5I), podendo fazer o mesmo por fora delas; depois o transferem para a corbícula nas pernas posteriores. Estas abelhas podem ainda perfurar as pétalas do botão e introduzir sua língua roubando pólen, sendo assim consideradas pilhadoras.

Frieseomelitta sp. foi a única espécie de Meliponini observada sobre os elaióforos, exibindo comportamento de coleta de óleo através de raspagem com as mandíbulas. Rêgo & Albuquerque (1989) observaram *Trigona pallens* e *T. fulviventris* coletando óleo em *Byrsonima crassifolia*, e distribuindo-o em todo o corpo. De acordo com as autoras, o óleo servia para garantir adesão de pólen na superfície ventral do tórax destas abelhas, que transportariam uma maior quantidade deste para o ninho.

Os representantes da tribo Augochlorini só foram observados coletando pólen. Para isso eles pousam sobre os estames, prendendo-se com as mandíbulas nas anteras, realizando movimentos de vibração do corpo. Dessa forma, os grãos de pólen são liberados, aderindo-se ao corpo da abelha, sendo posteriormente transferidos, nas flores ou em folhas próximas, para as escopas.

Sistema Reprodutivo - Os resultados dos experimentos para determinação do sistema reprodutivo de *B. umbellata* são apresentados na tabela 2. Não houve formação de frutos através da apomixia nem da autopolinização espontânea. Maior produção de frutos se deu através dos experimentos de polinização cruzada (xenogamia - 46,6%). A taxa de frutificação foi menor em condições naturais (controle) do que experimentalmente (polinizações manuais). De acordo com o índice de incompatibilidade (IAI) (Tab. 2), *B. umbellata* é uma espécie parcialmente auto-incompatível.

No cerrado do Brasil Central, Barros (1992) encontrou autocompatibilidade para todas as sete espécies de *Byrsonima* estudadas, inclusive para *B. umbellata*. *B. coccolobifolia* também foi considerada autocompatível na savana de Roraima (Benezar & Pessoni 2006). Nas dunas da Bahia,

os resultados de polinizações manuais e o IAI sugeriram que *B. sericea* é auto-incompatível e que *B. microphylla* é parcialmente auto-incompatível (Costa *et al.* 2006). Diferentes graus de compatibilidade podem ser encontrados entre as angiospermas e a distinção entre auto-incompatibilidade e autocompatibilidade é muitas vezes arbitrária, pois esses são dois extremos na variação do sistema reprodutivo e muitas espécies se situam entre eles (Bawa 1974; Borba *et al.* 2001 *apud* Costa *et al.* 2006). Diante disso, é necessário que mais estudos sejam feitos para se entender melhor o sistema de reprodução das Malpighiaceae neotropicais, como sugerido por Costa *et al.* (2006).

Agradecimentos – Ao MSc. Richardson Gomes e aos biólogos Marina Ramos e Adriano Maciel, pela ajuda em campo e em laboratório. Ao Dr. José Antônio Marin Fernandes, do Museu Paraense Emílio Goeldi (PA), pela identificação do Hemiptera. À FAPEMA, pela concessão de bolsa ao primeiro autor. À Comercial e Agrícola Paineiras, pela permissão de realização do trabalho na área de estudo e apoio logístico.

Referências bibliográficas

- Albuquerque, P. M. C. & Rêgo, M. M. C. 1989. Fenologia de abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoológica**, **5**: 163-178.
- Anderson, W. R. 1979. Floral conservation in Neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** **11**: 219-223.
- Anderson, W. R. 1981. Malpighiaceae. *In*: Botany of the Guiana 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.
- Barroso, G. M.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F.; Guimarães, E. F.; Costa, C. G. & Lima, H. C. 1991. **Sistemática de angiospermas do Brasil v.2**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro.
- Bawa, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical 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**(2): 159-168.
- Brasil. 1984. Instituto Brasileiro do 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. 194p.
- Buchmann, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics** **18**: 343-369.
- Camargo, J. M. F. 1994. Biogeografia de Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae): a fauna amazônica. In **Anais do I Encontro sobre Abelhas** (R. Zuchi, ed.). Ribeirão Preto, p. 46-59.
- 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**(1): 103-114.
- Dafni, A. 1992. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford University Press, New York.
- Flinte, V.; Araújo, C. O.; Macedo, M. V & Monteiro, R. F. 2003. Comunidade de insetos associada a *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) na Restinga de Jurubatiba, RJ: observações preliminares. In **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil** (W. Claudino-Sales; I. M. Tonini & E. W. C. Dantas, eds.). Fortaleza, p. 304-305.
- Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** **24**(4): 422-423.
- Freitas, C. V. & Oliveira, P. E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica** **25**(3): 311-321.
- Gottsberger, G. 1986. Some pollination strategies in neotropical savannas and forest. **Plant Systematics and Evolution** **152**: 29-45.
- Mendes, F. N.; Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2006. Melitofilia em flores do “murici vermelho” - *Byrsonima umbellata* (Malpighiaceae). In **Polinização do Murici** (Rêgo, M. & Albuquerque, P., eds.). EDUFMA, São Luís, p. 55-60.
- Neff, J. L. & Simpson, B. B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **J. Kansas Entomol. Soc.** **54**: 95-123.
- Newstrom, L. E.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based in flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**: 141-159.
- Nogueira-Neto, P. 1970. **A criação racional de abelhas indígenas sem ferrão**. 2ª ed. Tecnapis, São Paulo, 356p.

- 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(2): 5-12.
- 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** 35(208): 58-60.
- Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2006. **Polinização do Murici**. EDUFMA, São Luís. 104p.
- RÊGO, M. M. C. & BRITO, C. 1996. Abelhas sociais (Apidae: Meliponini) em um ecossistema de cerrado S.L. (Chapadinha-MA, BR): distribuição dos ninhos. In **Anais do II Encontro sobre Abelhas** (C. A. Garófalo, ed.). Ribeirão Preto, p. 238-247.
- Ribeiro, E.; Rêgo, M. & Machado, I. 2006. Aspectos da polinização do “murici pitanga” – *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae). In **Polinização do Murici** (Rêgo, M. & Albuquerque, P., eds.). EDUFMA, São Luís, p. 49-54.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. **Botanica Acta** 102: 106-111.
- Sigrist, M. R. & Sazima, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of Neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. **Annals of Botany** 94: 33-41.
- Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasileira** 15: 1-12.
- Vinson, S. B.; Willians, H. J.; Frankie, G. W. & Shrum, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). **Biotropica** 29: 76-83.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt** 7: 285-369.
- Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 55: 130-142.
- Weiss, M. R. 1995. Floral color change: a widespread functional convergence. **American Journal of Botany** 82: 167-185.
- Wille, A. 1983. Biology of the stingless bees. **Annual Review of Entomology** 28: 41-64.
- Zapata, T. R. & Arroyo, M. T. K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. **Biotropica** 10(3): 221-230.



Fotos: F. Mendes e M. Rêgo

Figura 1

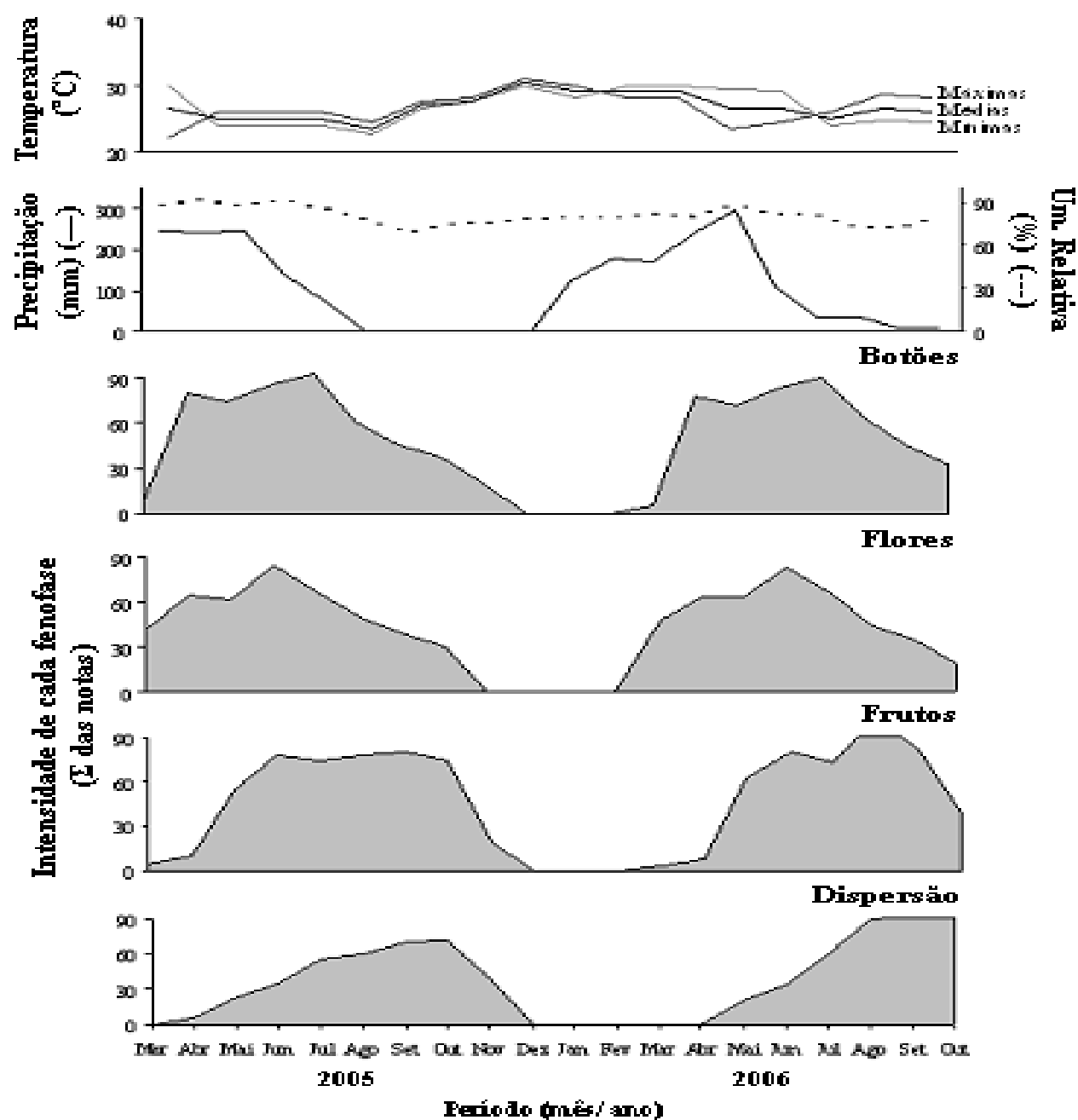


Figura 2

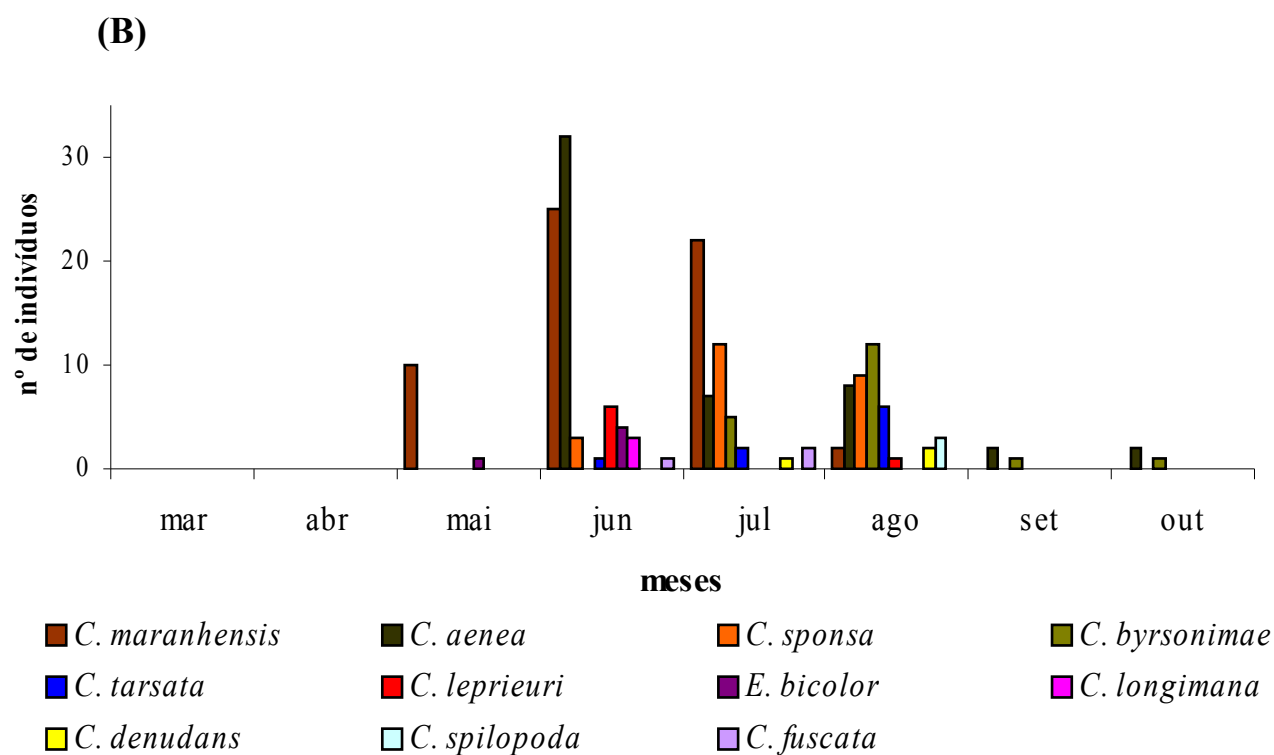
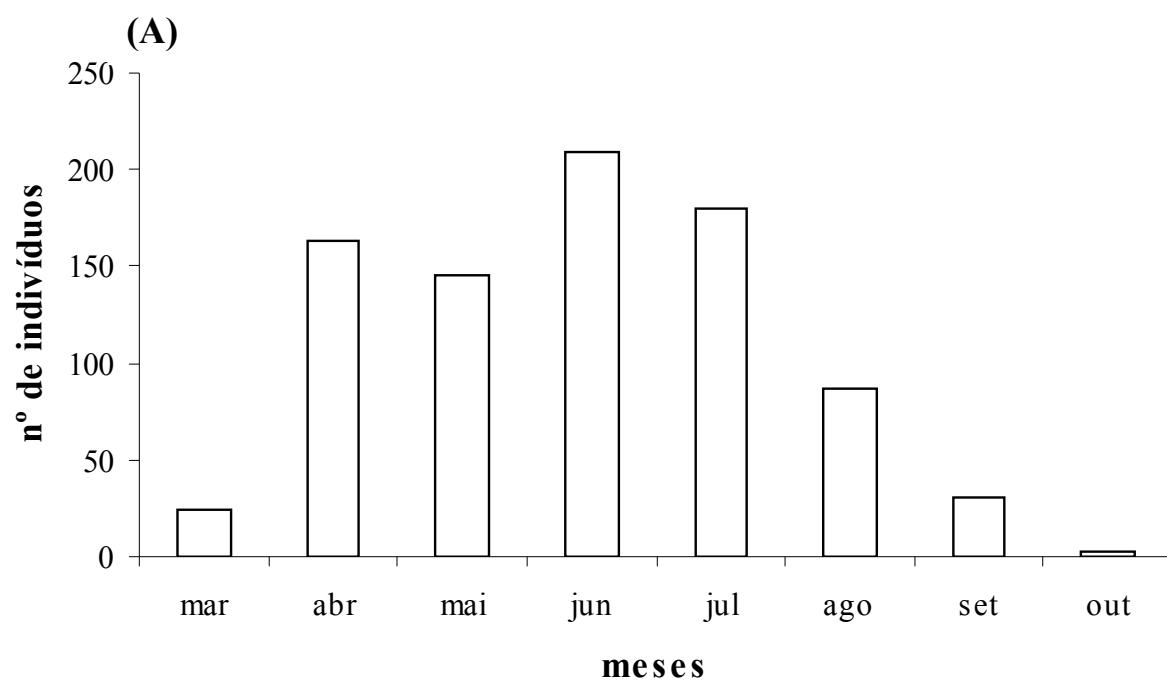


Figura 3

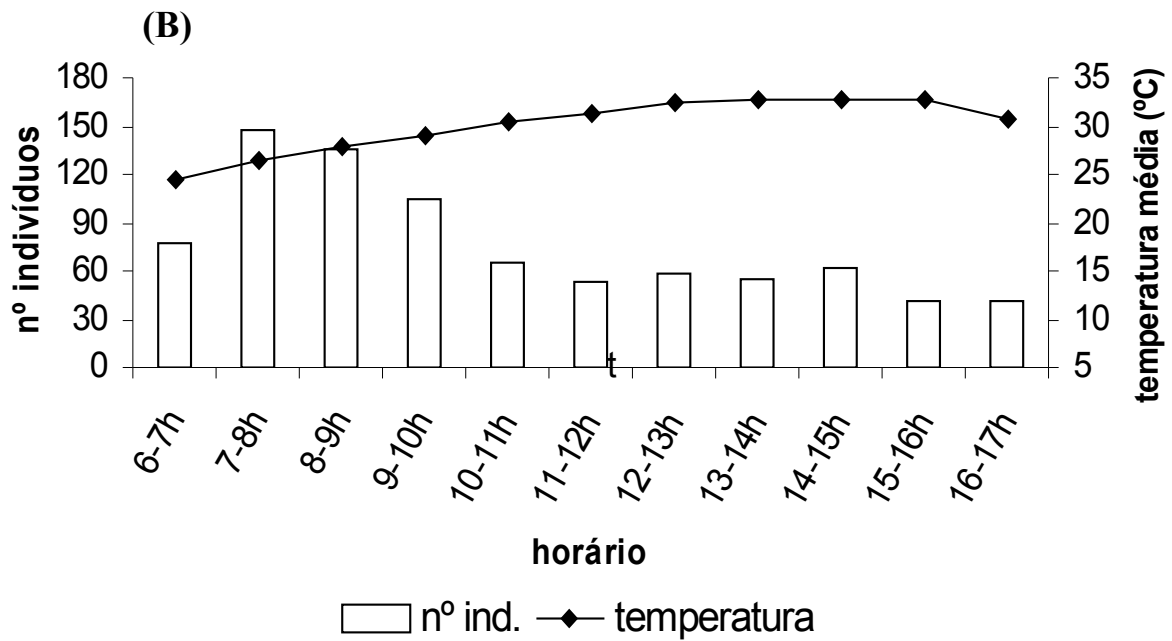
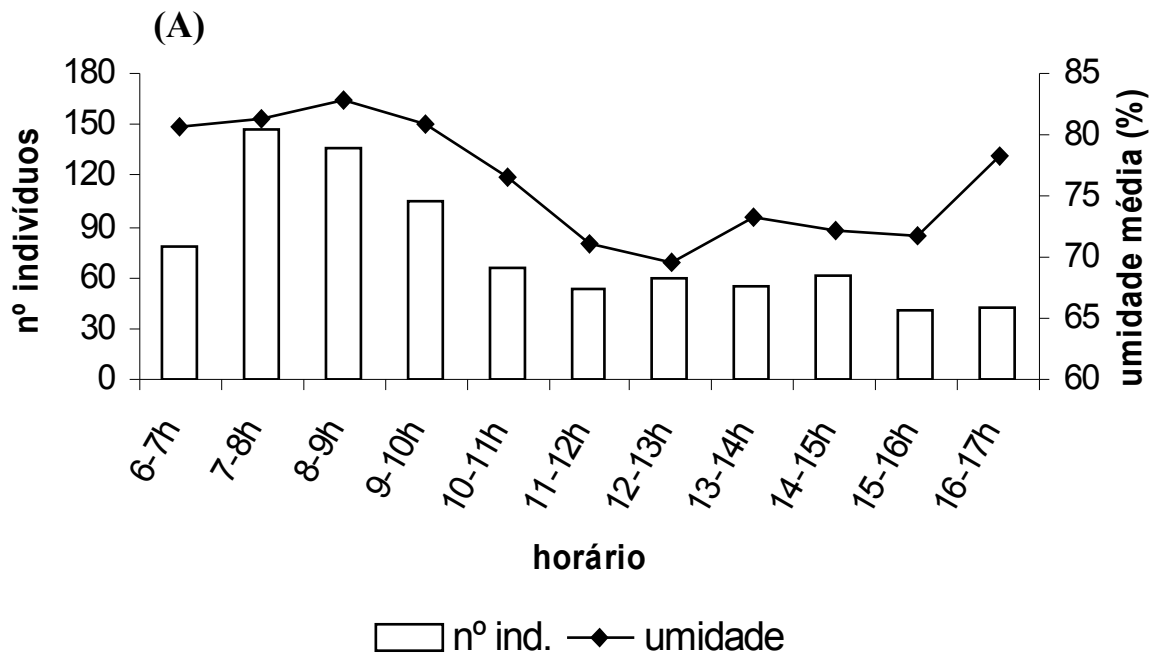


Figura 4



Fotos: F. Mendes e M. Rêgo

Figura 5

Figura 1. *Byrsonima umbellata*. A. Vista geral de um indivíduo. B. Inflorescência com flores novas. C. Inflorescência com flores senescentes. D. Detalhe da flor. E. Detalhe do fruto verde e maduro.

Figura 2. Dados climáticos da área de estudo e caracterização da fenologia reprodutiva de *Byrsonima umbellata* em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil, no período de março/ 2005 a outubro/ 2006.

Figura 3. A. Número mensal de abelhas visitantes de *Byrsonima umbellata*. B. Fenologia das espécies de Centridini mais frequentes em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil, de março a outubro de 2005.

Figura 4. A. Número de indivíduos de abelhas coletados e umidade relativa média por horário de coleta. B. Número de indivíduos de abelhas coletados e temperatura média por horário de coleta em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil, de março a outubro de 2005.

Figura 5. Abelhas visitantes de *Byrsonima umbellata*. Coleta de óleo em flor: A. *Centris* (*Centris*) *aenea*. B. *Centris* (*Ptilotopus*) *sponsa*. Coleta de óleo em botão: C. *Centris* (*Ptilotopus*) *maranhensis*. D. *Centris* (*Centris*) *byrsonimae*. E. *Epicharis* (*Epicharis*) *bicolor* coletando pólen. F. *Paratetrapedia* sp1 coletando pólen. G. *Paratetrapedia* sp2 coletando pólen na parte externa dos estames. H. *Paratetrapedia* sp2 coletando óleo. I. *Trigona fulviventris* coletando pólen.

Tabela 1. Relação das abelhas visitantes, recurso coletado (R) durante as visitas às flores, número de indivíduos (N) e frequência de visitas (F) em *Byrsonima umbellata* em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil (P = pólen; P-O = pólen e óleo; O = óleo).

Visitantes	R	N	F (%)
APIDAE			
Centridini			
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier 1941	P-O	49	5,8
<i>Centris (Centris) byrsonimae</i> Moure e Camargo <i>in litt</i>	P-O	18	2,1
<i>Centris (Centris) flavifrons</i> Fabricius 1775	P-O	1	0,1
<i>Centris (Centris) leprieuri</i> (Spinola 1841)	P-O	7	0,8
<i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure 1969	P-O	3	0,3
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith 1874	P-O	9	1,0
<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> (Lepeletier 1841)	P-O	2	0,2
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius 1804)	P-O	1	0,1
<i>Centris (Ptilotopus) denudans</i> Lepeletier 1841	O	4	0,4
<i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i> (Ducke 1910)	O	59	7,0
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> (Smith 1854)	O	24	2,8
<i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier 1841	P-O	3	0,3
<i>Centris (Trachina) longimana</i> Fabricius 1804	P-O	3	0,3
<i>Centris (Xanthemisia) bicolor</i> Lepeletier 1841	O	1	0,1
<i>Centris</i> sp1	P-O	1	0,1
<i>Centris</i> sp2	P-O	1	0,1
<i>Centris</i> sp3	P-O	1	0,1
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith 1854	P-O	5	0,6
<i>Epicharis (Triepicharis) schrotkyi</i> Friese 1899	P	1	0,1
Meliponini			
<i>Frieseomelitta flavicornis</i> (Fabricius 1798)	P	2	0,2
<i>Frieseomelitta silvestrii</i> (Friese 1902)	P	8	1,0
<i>Frieseomelitta</i> sp.	P-O	41	4,8
<i>Paratrigona (Patatrigona) lineata</i> (Lepeletier 1836)	P	4	0,4
<i>Partamona</i> sp.	P	1	0,1
<i>Tetragona quadrangula</i> (Lepeletier 1836)	P	3	0,3
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latrielle 1911)	P	4	0,4
<i>Trigona fulviventris</i> Guérin 1835	P	164	19,5
<i>Trigona pallens pallens</i> Fabricius 1798	P	240	28,5
<i>Trigonisca intermedia</i> Moure 1989	P	1	0,1
<i>Trigonisca</i> sp. n	P	5	0,6
Tapinotaspidini			
<i>Paratetrapedia (Paratetrapedia) leucostoma</i> (Cockerell 1923)	P-O	52	6,1
<i>Paratetrapedia testacea</i> (Smith 1854)	P-O	1	0,1
<i>Paratetrapedia (Amphipedia) sp. n</i>	P-O	8	1,0
<i>Paratetrapedia</i> sp1	P-O	21	2,5
<i>Paratetrapedia</i> sp2	P-O	23	2,7
Tetrapediini			
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug 1810	P-O	31	3,6
<i>Tetrapedia</i> sp1	O	3	0,3
<i>Tetrapedia</i> sp2	O	2	0,2

(cont.)

HALICTIDAE				
Augochlorini				
<i>Augochlora</i> sp1	P	5	0,6	
<i>Augochlora</i> sp2	P	2	0,2	
<i>Augochlora</i> sp3	P	25	3,0	
<i>Augochlora</i> sp4	P	1	0,1	
Total		840		

Tabela 2. Resultados dos experimentos sobre o sistema reprodutivo de *Byrsonima umbellata* em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil. IAI = índice de autoincompatibilidade; ER = eficácia reprodutiva.

Experimentos	% (n.º botões/ n.º frutos)
Autopolinização espontânea	0 (30/ 0)
Autopolinização manual	13,3 (30/ 4)
Geitonogamia	33,3 (30/ 10)
Xenogamia	46,6 (30/ 14)
Apomixia	0 (30/ 0)
Controle	36,6 (30/ 11)
IAI	0,28
ER	0,78

Biologia Reprodutiva de *Byrsonima rotunda* Griseb. (Malpighiaceae) no Cerrado do Maranhão, Brasil⁴

Fernanda N. Mendes^{5,6}, Patrícia M. C. Albuquerque⁵ e Márcia M. C. Rêgo⁵

⁴ Parte da dissertação de mestrado da primeira Autora, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão

⁵ Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia, Avenida dos Portugueses, s/ n, Campus Universitário do Bacanga, 65080-580 São Luís, MA, Brasil

⁶ Autor para correspondência: fnmodel@yahoo.com.br

RESUMO - (Biologia Reprodutiva de *Byrsonima rotunda* Griseb. (Malpighiaceae) no Cerrado do Maranhão, Brasil). A biologia reprodutiva de *Byrsonima rotunda* foi estudada em uma área de cerrado próxima ao povoado de Bom Jesus (03°12'28'' S, 43°24'12'' W), distante 46 km da sede do município de Urbano Santos, nordeste do Maranhão, Brasil, durante os meses de outubro e novembro de 2005 e 2006. Foram realizados estudos sobre fenologia, morfologia e biologia floral e as abelhas visitantes foram observadas. O sistema reprodutivo foi determinado através de experimentos de polinização feitos em campo. *Byrsonima rotunda* possui flores hermafroditas, de antese diurna e alta viabilidade polínica. O padrão de floração é anual, intermediário e regular, havendo produção bastante rápida de botões, flores e frutos, com mais ou menos uma semana de predominância para cada fenofase. Os resultados das polinizações indicam que a espécie é parcialmente auto-incompatível. Foram observadas 16 espécies de abelhas visitantes. Os principais polinizadores são abelhas da tribo Centridini, sendo *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier a espécie mais freqüente (86,4%).

Palavras-chave - *Byrsonima rotunda*, Cerrado, biologia floral, sistema reprodutivo, Centridini

ABSTRACT - (Reproductive Biology of *Byrsonima rotunda* Griseb. (Malpighiaceae) in Cerrado at Maranhão, Brazil). The reproductive biology of *Byrsonima rotunda* was studied in a Cerrado area close to Bom Jesus (03°12'28 " S, 43°24'12 " W) far from 46 km of the municipal district of Urbano Santos, northeast of Maranhão, Brazil, during the October and November months of 2005 and 2006. Flowering phenology, morphology and floral biology were studied and bees visitors were observed. The breeding system was verified through experimental pollinations in the field. *Byrsonima rotunda* owns hermaphrodite flowers, of diurnal anthesis and high pollen viability. The flowering pattern is annual, intermediary and regular, having production quite fast of buttons, flowers and fruits, with more or less a week of predominance for each phenological phase. The controlled pollinations showed that the species is partially self-incompatible. Sixteen species of bees visitors were observed. The main pollinators are bees of the tribe Centridini, being *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier the most frequent species (86,4%).

Key words - *Byrsonima rotunda*, Cerrado, floral biology, breeding system, Centridini

Introdução

A família Malpighiaceae possui 65 gêneros e cerca de 1250 espécies (Cameron *et al.* 2001) distribuídas no Novo e no Velho Mundos. Aproximadamente 85% das espécies são neotropicais (Anderson 1979; Davis *et al.* 2001). No Brasil, ocorrem cerca de 300 espécies, pertencentes a 32 gêneros, em diversas formações vegetais (Barroso *et al.* 1991).

Das espécies neotropicais, 92% produzem óleo como recompensa aos seus visitantes em glândulas especiais localizadas no cálice da flor denominadas de elaióforos (Vogel 1974). Algumas dessas espécies apresentam estas estruturas reduzidas ou ausentes, adotando uma estratégia de mimetismo, de modo a compensar a diminuição de recurso com uma polinização por engano, como afirma Vogel (1990). No Velho Mundo, apenas 52% das espécies de Malpighiaceae possuem elaióforos; algumas espécies apresentam nectários extraflorais, os quais são estruturas supostamente homólogas às glândulas de óleo (Vogel 1990).

O óleo floral é coletado por fêmeas das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini por meio de estruturas de pêlos especializadas, denominadas de pentes basitarsais, localizados nas pernas anteriores e medianas (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Buchmann 1987).

A tribo Centridini representa o grupo mais diversificado de abelhas coletoras de óleo, sendo restritas às Américas (Michener 1979); agrupa cerca de 250 espécies, o que equivale a 75% das abelhas coletoras de óleo na região Neotropical (Buchmann 1987), sendo bem adaptadas à extração de óleo em Malpighiaceae, diferenciando-se dos outros coletores (Vogel 1990). O endemismo desse grupo de abelhas neotropicais começou a surgir no início do isolamento do continente, havendo um longo período de interação fechada entre os Centridini e as Malpighiaceae. Estas abelhas estenderam a procura por recursos em outras famílias de plantas, porém, a presença dos Centridini foi importante para o sucesso das Malpighiaceae nas Américas em relação às espécies do Velho Mundo (Vogel 1990).

O gênero *Byrsonima* possui cerca de 70 espécies no Brasil (Flinte *et al.* 2003), as quais são visitadas por uma grande diversidade de abelhas, o que não beneficia apenas essas plantas, pois

estas abelhas também podem ser observadas em flores de outras espécies, como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), a sapucaia (espécies do gênero *Lecythis*) e a sucupira (*Bowdichia virgilioides*) (Rêgo & Albuquerque 2004). Diante dessas interações mutualísticas, torna-se essencial conhecer a biologia dessas abelhas polinizadoras e preservá-las, mantendo-se assim, a diversidade das comunidades de plantas, além do aumento da produtividade dos alimentos que produzem (Rêgo & Albuquerque 2004).

O presente trabalho teve como objetivo estudar a biologia reprodutiva de *Byrsonima rotunda* (murici branco) em ambiente de cerrado e com isso obter dados ainda inexistentes na literatura científica sobre sua biologia floral, polinização, sistema reprodutivo e abelhas visitantes.

Materiais e métodos

Área de estudo - O estudo foi realizado em uma área de cerrado próxima ao povoado de Bom Jesus (03°12'28'' S, 43°24'12'' W), localizado a 46 km da sede do município de Urbano Santos, nordeste do Maranhão. O clima da região é tropical, com totais pluviométricos anuais em torno de 1800 mm, sendo 89% desse total concentrado nos meses de dezembro a maio. A temperatura média anual varia entre 26° C e 27° C. A vegetação predominante na região é o cerrado, ocorrendo ainda outras formações, como a floresta estacional semidecídua e manchas de vegetação mista (Brasil 1984).

Metodologia e análise de dados - As atividades de campo foram realizadas nos meses de outubro e novembro de 2005 e de 2006. A fenologia foi acompanhada em 50 indivíduos. Foram feitas observações sobre morfologia da flor, tipo e número de inflorescências por indivíduo e número de botões por inflorescência.

O processo de antese foi acompanhado a partir da observação, a cada hora (das 6 às 17 horas), de 20 botões florais marcados em pré-antese, sendo registradas as alterações ocorridas. Foram verificados também a longevidade floral e o número médio de flores abertas por inflorescência. A viabilidade dos grãos de pólen foi analisada através da técnica de coloração do citoplasma do grão por carmim acético (Dafni 1992).

Para determinação do sistema reprodutivo, foram utilizados 30 indivíduos. Em cada um, seis inflorescências (com botões em pré-antese) foram marcadas com fitas de cores diferentes, sendo cinco isoladas com sacos de tule. Cada inflorescência foi submetida a um dos seguintes tratamentos:

- Xenogamia: as anteras das flores recém abertas foram retiradas e a polinização foi feita esfregando-se sobre os estigmas receptores as anteras de uma flor recém aberta de um outro indivíduo. Após a polinização as flores foram novamente isoladas;
- Geitonogamia: procedimento semelhante ao anterior, com a diferença de que a polinização foi feita com pólen de outra flor do mesmo indivíduo;
- Autopolinização Manual: após a abertura, os estigmas receberam pólen das anteras da própria flor com auxílio de um pincel, sendo novamente isoladas;
- Autopolinização Espontânea: as inflorescências permaneceram isoladas até a formação do fruto;
- Apomixia: as flores tiveram suas anteras eliminadas imediatamente após a abertura da flor, sendo ensacadas posteriormente.

O isolamento foi mantido até o início do desenvolvimento dos frutos ou queda das flores. As inflorescências não isoladas foram utilizadas para se avaliar a eficiência da polinização natural (controle). Todas as inflorescências foram acompanhadas até a formação ou não dos frutos.

O “índice de auto-incompatibilidade” (IAI) e a “eficiência reprodutiva” (ER) (Zapata & Arroyo 1978) foram calculados com as modificações apresentadas por Freitas & Oliveira (2002) e Benezar & Pessoni (2006). O IAI foi obtido pela divisão do percentual de frutos resultantes de autopolinizações pelo percentual de frutos formados por xenogamia e a ER pela divisão do percentual de frutos provenientes de polinização natural pelo percentual de frutos por xenogamia.

A receptividade do estigma foi testada através de experimentos adicionais de xenogamia em 30 flores: dez recém abertas, dez com 24 horas e dez com 48 horas de abertura. Estas flores foram isoladas e acompanhadas até a formação ou não do fruto.

Foram realizadas cinco coletas das abelhas visitantes, duas em outubro de 2005 e três em outubro de 2006, em dois dias consecutivos (das 6 às 12 horas no 1º dia e das 12 às 17 horas no 2º dia) totalizando 55 horas de amostragem. Os exemplares, coletados com rede entomológica, encontram-se depositados no Laboratório de Estudos sobre Abelhas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). A diversidade de abelhas foi determinada através do índice de diversidade de Shannon-Wiener.

O comportamento dos visitantes foi analisado a partir de observações visuais diretas, filmagens e registros fotográficos, que foram processados em laboratório com uso de TV e computador.

Resultados e discussão

Hábito e morfologia floral - Os indivíduos de *Byrsonima rotunda* observados são arvoretas e árvores com altura média de $2,6 \pm 1,0$ m ($n = 20$; Fig. 1A). As folhas são elípticas, de filotaxia oposta cruzada e medem em média 9,4 cm de comprimento e 3,7 cm de largura ($n = 30$). A inflorescência é do tipo racemo terminal, com $13,6 \pm 3,3$ cm de comprimento ($n = 20$), possuindo $29 \pm 8,7$ botões ($n = 30$; Fig. 1B). Os indivíduos possuem uma média de $195,2 \pm 236$ inflorescências ($n = 20$). Porte de arvoretas e árvores (1 a 4 m) também foi observado em *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* em área de cerrado no Distrito Federal (Barros 1992). Quanto ao número de botões por inflorescência, *B. rotunda* diferencia-se de outras espécies, tendo menos que *B. sericea*, e mais que *B. coccolobifolia* e *B. gardnerana* (Benezar & Pessoni 2006; Costa *et al.* 2006).

As flores são hermafroditas, zigomorfas, pentâmeras, com pétalas brancas, possuindo $7,0 \pm 0,4$ mm de diâmetro ($n = 20$; Fig. 1B). Quatro pétalas são semelhantes e uma é diferenciada (pétala estandarte), quanto ao tamanho e espessura. Os elaióforos, em número de 10 (dois por sépala), possuem coloração branca. O androceu é constituído por dez estames com anteras de deiscência longitudinal e pólen pulverulento com 100% de viabilidade. O gineceu é formado por ovário

súpero, tricarpetal, trilobular com três estigmas, que se encontram acima da altura das anteras. Os frutos são drupáceos, apresentando coloração amarela quando maduros e tendo $5,4 \pm 0,8$ mm de diâmetro ($n = 25$).

Todas as características florais relatadas acima se enquadram na síndrome de melitofilia, sendo constantes dentro da família Malpighiaceae (Anderson 1979; 1981). Esse conservadorismo floral, de acordo com Anderson (1979), pode ser resultado da evolução das Malpighiaceae neotropicais com polinizadores especializados. A presença de uma pétala diferenciada é interpretada como um guia de orientação para o pouso e posicionamento do polinizador na flor, possuindo também função de suporte durante a coleta de óleo, em que a abelha se prende à pétala com a mandíbula (Anderson 1979; Sazima & Sazima 1989; Vogel 1990; Teixeira & Machado 2000). Muitos indivíduos de Centridini exibiram este tipo de comportamento em *B. rotunda*, conforme descrito a seguir.

Biologia floral - O início da antese em *Byrsonima rotunda* ocorre durante todo o dia, principalmente no início da manhã (entre 5 e 6 h) e também no fim da tarde, podendo acontecer de duas formas: todas as pétalas ao mesmo tempo (sincrônica) ou sequencialmente (diacrônica). Foi observado um total de até quatro flores abertas por inflorescência ($n = 20$) por dia. Após a abertura de todas as pétalas, estas se distendem para trás (com exceção da pétala estandarte), evidenciando os estames e estigmas, e após duas ou três horas as anteras já estão deiscentes. Quarenta e oito horas depois a flor entra em processo de senescência, ocorrendo mudança de coloração da pétala estandarte para o alvo-róseo e ressecamento dos estames, seguido pela queda das pétalas com cerca de mais um ou dois dias. Os estiletes permanecem até a formação do fruto. Os testes de polinização cruzada (xenogamia) mostraram que os estigmas estão receptivos até 48 horas após a abertura da flor.

Barros (1992) também registrou antese diurna em espécies simpátricas de *Byrsonima* (*B. guilleminiana*, *B. crassa*, *B. laxiflora*, *B. subterranea* e *B. verbascifolia*) no cerrado de Brasília. Benezar & Pessoni (2006) observaram que a antese em *Byrsonima coccolobifolia* iniciava-se por

volta das 16 h e terminava na madrugada do dia seguinte. Porém, após uma queimada na área de estudo (savana), o processo ocorreu em horários variados do dia.

Ao contrário do que ocorre em *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia*, em que todas as pétalas mudam de cor (Benezar & Pessoni 2006; Rêgo & Albuquerque 2006), em *B. rotunda* apenas a pétala estandarte passa de branca para o alvo-róseo. Já em *B. gardnerana* e *B. microphylla* a pétala estandarte apresenta cor amarela em contraste com as demais, alvo-róseas (Costa *et al.* 2006).

A mudança na coloração floral tem, de acordo com Weiss (1995), provavelmente, evoluído em resposta a seleção por polinizadores e reflete uma convergência funcional dentro das angiospermas. Vários autores discutem os propósitos dessa mudança de coloração: estratégia da planta para manter ou aumentar o poder de atração das inflorescências (Rêgo & Albuquerque 1989); desviar a atenção dos polinizadores para as flores ainda funcionais (Anderson 1979); força atrativa para as abelhas a longa distância, com a permanência das pétalas nas flores por cerca de cinco dias, mesmo após a polinização (Costa *et al.* 2006); e indicativo visual imediato à curta distância de quais flores apresentariam recompensa, otimizando as visitas e minimizando danos às flores já polinizadas (Costa *et al.* 2006).

Fenologia - O florescimento ocorreu no início de outubro (período de estiagem), estendendo-se até a terceira semana do mês, com um pico de produção de flores ocorrendo na segunda semana. A frutificação ocorreu da última semana de outubro até a metade de novembro, com um tempo de desenvolvimento dos frutos de aproximadamente três semanas.

De acordo com a classificação de Newstrom *et al.* (1994), o padrão de floração de *B. rotunda* é anual (um pico de floração/ano), intermediária (entre um e seis meses de duração) e regular (indivíduos na mesma fenofase). Nota-se uma produção bastante rápida de botões, flores e frutos, com mais ou menos uma semana de predominância para cada fenofase. Dessa maneira, a disponibilidade de recursos florais para as abelhas visitantes se estende por um breve período de tempo.

No primeiro ano deste trabalho (2005), a área estudada pegou fogo (entre agosto e setembro), queimando todo o estrato herbáceo e provocando queda da maior parte das folhas das espécies arbóreas. Após o fogo, houve produção de folhas novas e emissão de inflorescências (outubro) em todos os indivíduos de *Byrsonima rotunda*. Em 2006 a área novamente pegou fogo, dessa vez em outubro, retardando o início do florescimento desta espécie para novembro. Da mesma forma, uma área próxima à estudada em 2005 incendiou no final de setembro de 2006, sendo observado o florescimento da espécie em outubro, assim como em 2005. Com isso, presume-se que a floração de *B. rotunda* é estimulada pela ocorrência do fogo, como já observado para outras espécies de cerrado (Fiedler *et al.* 2004; Schmidt *et al.* 2005).

Byrsonima coccolobifolia também apresentou adaptação ao fogo na savana amazônica (Benezar & Pessoni 2006), onde os indivíduos floresceram intensamente após o incêndio. Fiedler *et al.* (2004) citam *B. verbascifolia* como outra espécie cuja floração é estimulada pelo fogo. Esta espécie, também presente na área estudada, comportou-se da mesma maneira que *B. rotunda* sob o efeito das queimadas.

Abelhas visitantes - Foram coletados 310 indivíduos distribuídos em 16 espécies, 6 gêneros e 3 tribos ($S = 0,70$) (Tab. 1). Os Centridini apresentaram maior abundância, com 288 espécimes, representando 93% dos indivíduos coletados, seguidos de Meliponini (19 ind.; 6,1%) e Tapinotaspidini (3 ind.; 0,9%). Quanto à riqueza, os Centridini sobrepuseram os demais grupos com 8 espécies (50%), seguidos de Meliponini (5 spp.; 31,2%) e Tapinotaspidini (3 spp.; 18,7%).

Dentre os gêneros, *Centris* foi o mais representativo, com o maior número de indivíduos (284 ind.; 91,6%), seguido de *Trigona* (16 ind.; 5,1%), *Epicharis* (4 ind.; 1,2%) e *Paratetrapedia* (3 ind.; 0,9%). As espécies mais abundantes foram *Centris (Centris) aenea* Lepeletier 1941 (268 ind.; 86,4%), *Trigona pallens pallens* (Fabricius 1978) (13 ind.; 4,2%), *Centris (Centris) flavifrons* Fabricius 1775 (5 ind.; 1,6%) e *Epicharis (Epicharis) bicolor* Smith 1854 (4 ind.; 1,3%) (Tab. 1).

A riqueza de espécies diagnosticada foi maior que em outras espécies de *Byrsonima* estudadas nas dunas da Bahia: 7 spp. em *B. gardnerana*, 7 spp. em *B. microphylla* e 11 spp. em *B.*

sericea (Costa *et al.* 2006). Porém foi menor que o registrado em *B. crassifolia* (40 spp.) em áreas nativas (restinga) e cultivadas no Maranhão (Rêgo & Albuquerque 2006), e em *B. crassa* (26 spp.), *B. subterranea* (25 spp.) e *B. coccolobifolia* (21 spp.) em área de cerrado de Brasília (Barros 1992).

As visitas às flores foram mais frequentes no período da manhã (73%), havendo decréscimo no número de visitas a partir das 11 h, à medida que a temperatura ultrapassa 35,5°C e a umidade relativa diminui (Fig. 2). Maior frequência de visitas às flores de espécies de *Byrsonima* no período matutino também foi observada por Albuquerque & Rêgo (1989) e Teixeira & Machado (2000), sendo um padrão considerado comum para as comunidades tropicais.

O padrão comportamental de coleta de óleo e pólen praticamente não diferiu entre as espécies de Centridini observadas. A coleta de óleo pode ser realizada tanto em flores como em botões (Fig. 3A). No primeiro caso, as abelhas pousam sobre as flores, prendendo-se através das mandíbulas na pétala estandarte, e com os pentes basitarsais, presentes nos dois primeiros pares de pernas, raspam os elaióforos, que acabam rompidos. O óleo liberado é então coletado e transferido para as escopas das pernas posteriores. Neste processo, a abelha pode transferir também os grãos de pólen que se encontram aderidos na sua superfície ventral promovendo a polinização da flor. Na coleta em botão floral, abelhas de médio a grande porte, como *Epicharis bicolor*, *Centris flavifrons* e as espécies do subgênero *Ptilotopus*, equilibram-se na própria inflorescência com auxílio das pernas posteriores e raspam todas as glândulas, transferindo o óleo para a escopa ao deixar o botão. Este comportamento é realizado em vôo estacionário próximo as inflorescências visitadas.

No caso de coleta exclusiva de pólen, as pernas anteriores e medianas permanecem imóveis sobre os elaióforos e a abelha vibra o corpo (“buzz-pollination”), pressionando as anteras e elevando as pernas posteriores (Fig. 3B). A transferência dos grãos de pólen é feita através das pernas medianas, com as quais as abelhas raspam o pólen da parte ventral do tórax, depositando-o nas escopas.

As abelhas Centridini podem alternar a coleta de pólen com a coleta de óleo ou coletar os dois recursos quase ao mesmo tempo, raspando os elaióforos e vibrando logo em seguida sem sair

da flor. Assim que saem, transferem rapidamente o pólen e o óleo para as escopas, já seguindo para outra flor ou botão.

Os indivíduos das espécies de *Centris* (*Ptilotopus*) não foram vistos coletando pólen, apenas óleo em flores e botões. Visitas aos botões e flores senescentes foram registradas apenas para as espécies de *Centris*, mas de maneira rápida e menos freqüentemente.

Segundo Vogel (1990), o desenvolvimento dos elaióforos nas espécies de Malpighiaceae do Novo Mundo e a presença de estruturas especializadas nas pernas das abelhas da tribo Centridini é decorrente de um processo co-evolutivo, iniciado após o isolamento da América do Sul do super continente Gondwana. Todos os indivíduos de *Byrsonima rotunda* apresentam elaióforos na base das sépalas, sendo frequentemente explorados pelos Centridini, os quais também foram diagnosticados em outras espécies de *Byrsonima* por Albuquerque & Rêgo (1989), Teixeira & Machado (2000), Rêgo & Albuquerque (2006), Benezar & Pessoni (2006), Costa *et al.* (2006) e Ribeiro *et al.* (2006).

Para as outras abelhas amostradas (Tapinotaspidini e Meliponini) não foi possível observar o comportamento de visita durante a coleta dos recursos florais.

Sistema reprodutivo - Em todos os tratamentos realizados para determinação do sistema reprodutivo de *Byrsonima rotunda* foram produzidos frutos (Tab. 2), havendo maior frutificação através dos experimentos de polinização cruzada (geitonogamia – 90% e xenogamia - 66,6%). A taxa de frutificação foi menor na autopolinização espontânea (23,3%). De acordo com o índice de incompatibilidade (IAI) (Tab. 2), *B. rotunda* é uma espécie parcialmente auto-incompatível.

No cerrado do Brasil Central, Barros (1992) encontrou autocompatibilidade para todas as sete espécies de *Byrsonima* estudadas, assim como *B. coccolobifolia* na savana de Roraima (Benezar & Pessoni 2006). Nas dunas da Bahia, os resultados de polinizações manuais e o IAI sugeriram que *B. sericea* é auto-incompatível e que *B. microphylla* é parcialmente auto-incompatível (Costa *et al.* 2006).

Das 12 espécies de Malpighiaceae neotropicais estudadas por Sigrist & Sazima (2004), uma foi considerada agamospérmica (*Banisteriopsis pubipetala*), o que é incomum nesta família, sendo registrada em poucas espécies (Anderson 1982).

Diferentes graus de compatibilidade podem ser encontrados entre as angiospermas e a distinção entre auto-incompatibilidade e autocompatibilidade é muitas vezes arbitrária, pois esses são dois extremos na variação do sistema reprodutivo e muitas espécies se situam entre eles (Borba *et al.* 2001 *apud* Costa *et al.* 2006; Bawa 1974). Diante disso, é necessário que mais estudos sejam feitos para se entender melhor o sistema de reprodução das Malpighiaceae neotropicais, como sugerido por Costa *et al.* (2006), especialmente para aquelas espécies de padrão de floração curto e intermediário.

Agradecimentos - À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA, pela concessão de bolsa ao primeiro autor; à Comercial e Agrícola Paineiras, pela permissão para realização do trabalho na área de estudo e apoio logístico; aos professores Dr^a Isabel Cristina Machado (UFPE), Dr^a Emília Girnos (UFMA) e Dr. Giorgio Venturieri (EMBRAPA, Belém – PA) pela leitura e sugestões do manuscrito; a Richardson Gomes, Marina Ramos e Adriano Maciel, pela ajuda em campo e em laboratório.

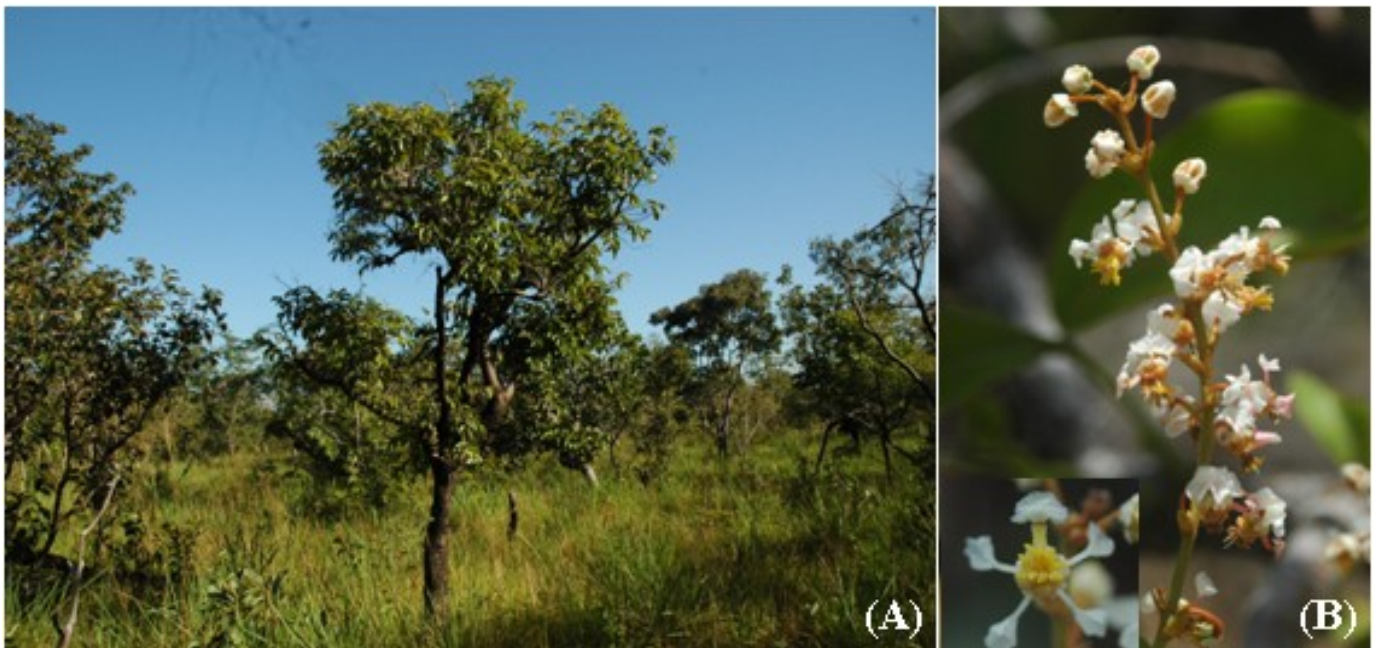
Referências bibliográficas

- Albuquerque, P. M. C. & Rêgo, M. M. C. 1989. Fenologia de abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoológica**, 5(2): 163-178.
- Anderson, W. R. 1979. Floral conservation in Neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** 11: 219-223.
- Anderson, W. R. 1981. Malpighiaceae. *In*: Botany of the Guiana Highland. Part XI. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 32: 21-306.
- Anderson, W. R. 1982. A monograph of the genus *Peixotoa* (Malpighiaceae). **Contributions from the University of Michigan Herbarium** 5: 1-92.

- 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.
- Barroso, G. M.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F.; Guimarães, E. F.; COSTA, C. G. & LIMA, H. C. 1991. **Sistemática de angiospermas do Brasil v.2**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro.
- Bawa, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical 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 Amazonica** **36**(2): 159-168.
- Brasil. 1984. Instituto Brasileiro do 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. 194p.
- Buchmann, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology System** **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* suequences. **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**(1): 103-114.
- Dafni, A. 1992. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford University Press, New York.
- Davis, C. C.; Anderson, W. R. & Donoghue, M. J. 2001. Phylogeny of Malpighiaceae: evidence from chloroplast *ndhF* and *trnL-F* nucleotide sequences. **American Journal of Botany** **88**: 1130-1846.
- Fiedler, N. C.; Azevedo, I. N. C.; Rezende, A. V.; Medeiros, M. B. & Venturoili, F. 2004. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa - DF. **Revista Árvore** **28**: 129-138.
- Flinte, V.; Araújo, C. O.; Macedo, M. V & Monteiro, R. F. 2003. Comunidade de insetos associada a *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) na Restinga de Jurubatiba, RJ: observações preliminares. Pp. 304-305. In: **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**. Fortaleza 2003. Fortaleza, UFCE Ed.
- Freitas, C. V. & Oliveira, P. E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica** **25**(3): 311-321.

- Michener, C. D. 1979. Biogeography of the bees. **Annals of The Missouri Botanical Garden** **66**: 277-347.
- Neff, J. L. & Simpson, B. B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **Journal of The Kansas Entomological Society** **54**: 95-123.
- Newstrom, L. E.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based in flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**: 141-159.
- 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**(2): 179-193.
- Rêgo, M. M. C. & Albuquerque, P. M. C. 2004. O murici e suas abelhas. **Ciência Hoje** **35**(208): 58-60.
- Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2006. **Polinização do Murici**. São Luís, EDUFMA. 104p.
- 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.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. **Botanica Acta** **102**: 106-111.
- Sigrist, M. R. & Sazima, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of Neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. **Annals of Botany** **94**: 33-41.
- Schmidt, I. B.; Sampaio, A. B. & Borghetti, F. 2005. Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.), Malpighiaceae, em áreas de Cerrado *sensu stricto* submetidas a queimas bienais. **Acta Botânica Brasileira** **19**(4): 927-934.
- Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasileira** **15**: 1-12.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt** **7**: 285-369.
- Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of The New York Botanical Garden** **55**: 130-142.
- Weiss, M. R. 1995. Floral color change: a widespread functional convergence. **American Journal of Botany** **82**: 167-185.

Zapata, T. R. & Arroyo, M. T. K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. **Biotropica** 10(3): 221-230.



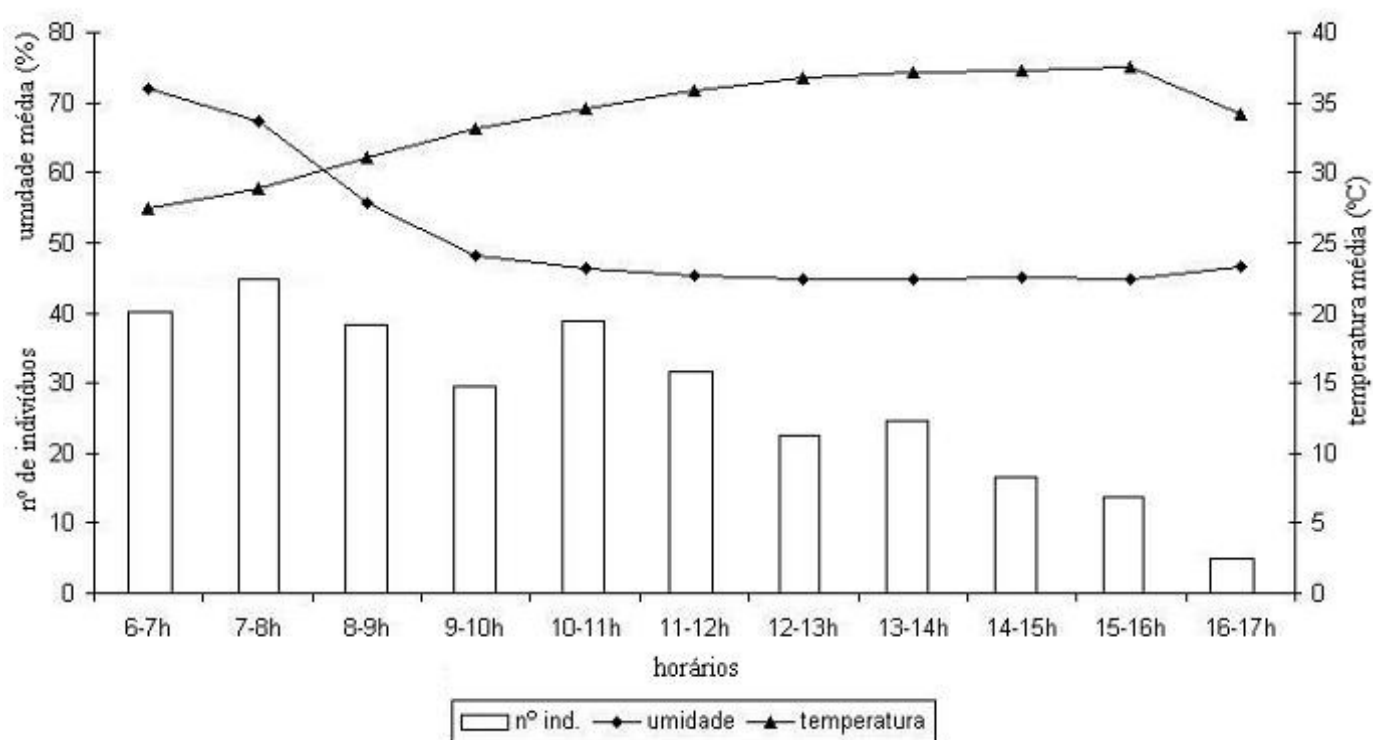




Figura 1. A-B. *Byrsonima rotunda* Griseb. A. Vista geral de um indivíduo. B. Inflorescência com botões e flores; detalhe da flor.

Figura 2. Número de indivíduos de abelhas coletados, umidade relativa e temperatura médias por horário de coleta em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil, em outubro de 2005 e outubro de 2006.

Figura 3. A-B. Abelhas visitantes de *Byrsonima rotunda* Griseb. A. *Centris aenea* Lepeletier coletando óleo em botão. B. *Centris aenea* Lepeletier coletando pólen.

Tabela 1. Relação das abelhas visitantes, recurso coletado (R) durante as visitas às flores, número de indivíduos (N) e frequência de visitas (F) em *Byrsonima rotunda* Griseb. em uma área de cerrado do Maranhão, Brasil (P = pólen; P-O = pólen e óleo; O = óleo).

Visitantes	R	N	F (%)
APIDAE			
Centridini			
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier 1941	P-O	268	86,4
<i>Centris (Centris) flavifrons</i> Fabricius 1775	P-O	5	1,6
<i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure 1969	P-O	4	1,2
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith 1874	P-O	2	0,6
<i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i> (Ducke 1910)	O	1	0,3
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> (Smith 1854)	P-O	2	0,6
<i>Centris (Xanthemisia) bicolor</i> Lepeletier 1841	O	1	0,3
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith 1854	P-O	4	1,3
Meliponini			
<i>Frieseomelitta flavicornis</i> (Fabricius 1798)	P	2	0,6
<i>Tetragona quadrangula</i> (Lepeletier 1836)	P	1	0,3
<i>Trigona fulviventris</i> Guérin 1835	P	3	0,9
<i>Trigona pallens pallens</i> Fabricius 1798	P	13	4,2
<i>Trigona fuscipennis</i> Friese 1908	P	1	0,3
Tapinotaspidini			
<i>Paratetrapedia (Amphipedia) sp. n</i>	O	1	0,3
<i>Paratetrapedia globulosa</i> (Friese 1899)	O	1	0,3
<i>Paratetrapedia sp.</i>	O	1	0,3
Total		310	

Tabela 2. Resultados dos experimentos sobre o sistema reprodutivo de *Byrsonima rotunda* Griseb. (Malpighiaceae) em área de cerrado, MA, Brasil. IAI = índice de autoincompatibilidade; ER = eficácia reprodutiva.

Experimentos	% (n.º botões/ n.º frutos)
Autopolinização espontânea	23,3 (30/ 7)
Autopolinização manual	50 (30/ 15)
Geitonogamia	90 (30/ 27)
Xenogamia	66,6 (30/ 20)
Apomixia	60 (30/ 18)
Controle	60 (30/18)
IAI	0,75
ER	0,90

Fontes de pólen utilizadas por abelhas Centridini (Apidae) visitantes de duas espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae) em área de cerrado no Maranhão, Brasil¹.

Fernanda N. Mendes², Márcia M. C. Rêgo³, Patrícia M. C. Albuquerque³ & Lea M. M. Carreira⁴

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e conservação da Universidade Federal do Maranhão.
2. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Biologia, Avenida dos Portugueses, s/n, Bacanga 65080-580 São Luís, MA, Brasil. (fnmodel@yahoo.com.br)
3. Departamento de Biologia, UFMA. (regommc@uol.com.br)
4. Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica, Avenida Perimetral, 1901 Caixa Postal 399, Campus de Pesquisa 66040-170 Belém, Pará, Brasil.

ABSTRACT – (Pollen sources used by Centridini bees (Apidae) visiting of two *Byrsonima* species (Malpighiaceae) in area “cerrado” at Maranhão, Brasil). The identification of pollen found on the polinical load of the bees or inside of its nests can be used to determine their food sources. This work had as objective to know floral pollen sources of Centridini bees visitors of *Byrsonima umbellata* and *B. rotunda*, through the analysis of the polinical load. In the scopa of Centridini visitors of *B. umbellata* and *B. rotunda* were observed 9 and 40 pollen types, respectively. In the polinical load of *B. umbellata* visitors, besides *B. umbellata* pollen (found in 81,8% samples), was a high frequency of *Banisteriopsis* sp., *Bowdichia virgilioides* and Boraginaceae. Malpighiaceae and Papilionoideae were the richest families in these samples. While in the *B. rotunda* visitors, where pollen grains were in 92% of the visitors, *Ouratea racemiformis* and *Bowdichia virgilioides* grains were the most frequent. The richest plant families are Papilionoideae, Caesalpinioideae, Malpighiaceae, Euphorbiaceae and Anacardiaceae. In general the bees behaved as specialists for pollen harvest.

Keywords - *Byrsonima*, *Centris*, floral sources, pollen.

RESUMO – A identificação do pólen encontrado na carga polínica das abelhas ou no interior de seus ninhos pode ser usada para determinar suas fontes de alimento. Este trabalho teve como objetivo conhecer as fontes florais de pólen das abelhas Centridini visitantes de *Byrsonima umbellata* e *B. rotunda*, através da análise da carga polínica. Foram observados 9 e 40 tipos polínicos nas escopas das Centridini visitantes de *B. umbellata* e *B. rotunda*, respectivamente. Na carga polínica dos indivíduos visitantes de *B. umbellata*, além do pólen desta espécie (presente em 81,8% das amostras), houve um predomínio também de pólen de *Banisteriopsis* sp., *Bowdichia virgilioides* e de Boraginaceae. Malpighiaceae e Papilionoideae foram as famílias com maior riqueza espécies nessas amostras. Já nos indivíduos visitantes de *B. rotunda*, cujos grãos de pólen estiveram presentes em 92% das amostras, grãos de *Ouratea racemiformis* e *Bowdichia virgilioides* foram os mais freqüentes. As famílias vegetais com maior riqueza de indivíduos visitantes de *B. rotunda* foram Papilionoideae, Caesalpinioideae, Malpighiaceae, Euphorbiaceae e Anacardiaceae. Em geral as abelhas se comportaram como especialistas na coleta de pólen.

Palavras-chave - *Byrsonima*, *Centris*, fontes florais, pólen.

Introdução

No Brasil são encontradas cerca de 160 espécies de *Byrsonima* (Flinte *et al.* 2003), as quais são visitadas por diferentes espécies de abelhas, destacando-se as coletoras de óleo das tribos Centridini, Tetrapediini e Tapinotaspidini (Vogel, 1974; Rêgo & Albuquerque, 1989, 2004, 2006; Sazima & Sazima, 1989; Machado, 2004).

Segundo Schlindwein (2000), as abelhas da tribo Centridini são consideradas polinizadores-chaves para a manutenção de várias espécies vegetais nos ecossistemas tropicais, de modo que sua conservação é essencial para o sucesso reprodutivo de muitas espécies de plantas, inclusive plantas de interesse comercial, como a acerola (*Malpighia emarginata* DC.) (Yamane & Nakasone, 1961; Miyashita *et al.*, 1964; Lorenzon *et al.*, 1997; Freitas *et al.*, 1999; Martins *et al.*, 1999; Oliveira & Schlindwein, 2003; Freitas & Pereira, 2004) e o murici (*Byrsonima* spp.) (Albuquerque & Rêgo, 1989; Rêgo & Albuquerque, 1989, 2004, 2006; Sazima & Sazima, 1989; Barros, 1992; Vinson *et al.*, 1997; Teixeira & Machado, 2000; Pereira & Freitas, 2002).

Além de óleo, as flores das espécies de *Byrsonima* também oferecem para seus visitantes o pólen, o qual é coletado por um mecanismo de vibração, conhecido como “buzz-pollination” (Buchmann, 1987). Durante a coleta, as abelhas se prendem às flores e vibram seu corpo, pressionando as anteras e elevando as pernas posteriores nesse momento. A transferência dos grãos de pólen é feita com auxílio das pernas medianas, com as quais as abelhas raspam o pólen da parte ventral do tórax, depositando-o nas escopas presentes nas pernas posteriores.

A identificação do pólen encontrado na carga polínica das abelhas ou no interior de seus ninhos pode ser usada para determinar suas fontes de alimento e atividades migratórias, informações estas importantes em estudos e programas de polinização (Jones & Jones, 2001).

Os grãos de pólen são distintivos, reconhecíveis e identificáveis, fornecendo informações de famílias, gêneros e até mesmo espécies vegetais; são duráveis, não deteriorando facilmente, e,

através da sua identificação, pode-se determinar a origem geográfica da sua planta de origem (Jones & Jones, 2001).

O objetivo deste trabalho foi identificar as fontes de pólen utilizadas por abelhas Centridini visitantes de duas espécies de Malpighiaceae, *Byrsonima umbellata* Mart. e *Byrsonima rotunda* Griseb., por meio dos tipos de pólen presentes em amostras da carga polínica.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em uma área de cerrado, próxima ao povoado de Bom Jesus (03°12'28'' S, 43°24'12'' W), localizado a 46 km da sede do município de Urbano Santos, nordeste do Maranhão. O clima da região é tropical, com totais pluviométricos médios anuais em torno de 1800 mm, sendo 89% desse total concentrado nos meses de dezembro a maio. A temperatura média anual varia entre 26° C e 27° C e a vegetação predominante na região é o cerrado, ocorrendo ainda outras formações, como a floresta estacional semidecídua e manchas de vegetação mista (Brasil, 1984).

As abelhas Centridini foram capturadas durante todo o período de floração das espécies de *Byrsonima*: outubro de 2005 e de 2006 em *B. rotunda* (55 horas de coleta), e de março a outubro de 2005 em *B. umbellata* (143 horas). As coletas foram realizadas em dois dias consecutivos (das 6 às 12 horas no 1º dia e das 12 às 17 horas no 2º dia) com auxílio de rede entomológica. Os indivíduos coletados foram mortos em câmaras contendo acetato de etila e separados por horário de coleta. Em laboratório, foram triadas as abelhas Centridini que apresentavam carga polínica, a qual foi recolhida com auxílio de estiletes e colocada em tubos de ensaio contendo ácido acético. Posteriormente, os indivíduos foram alfinetados, etiquetados e acondicionados na coleção entomológica do Laboratório de Estudos sobre Abelhas (LEA) da Universidade Federal do Maranhão.

Os grãos de pólen foram submetidos ao método de acetólise (Erdtman, 1966) para posterior confecção de lâminas polínicas. A análise quantitativa foi realizada por meio da contagem de todos

os grãos de pólen presentes nas amostras (lâminas). Esses grãos foram identificados e agrupados por espécie ou tipo polínico, sendo comparados com os grãos das espécies de *Byrsonima* estudadas e de outras espécies vegetais inventariadas na área de estudo e adjacências (dados não publicados).

Foram determinadas as porcentagens dos grãos de pólen e definidas as seguintes classes de frequência: pólen dominante (>45% do total de grãos), pólen acessório (15-44%), pólen isolado importante (3-14%) e pólen isolado ocasional (<3%) (Louveaux *et al.*, 1978).

Foram analisados os grãos de pólen de cinco espécies (11 indivíduos) de abelhas Centridini visitantes de *B. umbellata*: *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier 1941, *C. (Paremisia) byrsonimae* Moure & Camargo *in litt*, *Centris (Ptilotopus) maranhensis* (Ducke 1910), *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius 1804) e *Epicharis (Epicharis) bicolor* Smith 1854, e de cinco espécies (75 indivíduos) de Centridini visitantes de *B. rotunda*: *Centris (Centris) aenea*, *Centris (Centris) flavifrons* Fabricius 1775, *Centris (Centris) spilopoda* Moure 1969, *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith 1874 e *Epicharis (Epicharis) bicolor*.

Resultados

Abelhas visitantes de *B. umbellata*

A carga polínica observada nas escopas das Centridini visitantes de *B. umbellata* foi representada por nove tipos polínicos pertencentes a seis famílias e oito gêneros vegetais (Tab. 1; Fig. 1).

Os tipos polínicos mais constantes nas amostras foram *B. umbellata* (81,8% do total de indivíduos), *Banisteriopsis* sp. (Malpighiaceae), *Bowdichia virgilioides* Kunth (Papilionoideae) e uma Boraginaceae (27,2% cada). Malpighiaceae e Papilionoideae foram as famílias mais ricas em espécies, com três e duas espécies, respectivamente (Tab. 1).

Nas amostras dos indivíduos de *Centris aenea*, *C. analis*, *C. byrsonimae* e *Epicharis bicolor*, *B. umbellata* apresentou pólen dominante. Já nas amostras de *C. maranhensis* os grãos de pólen dominantes foram os de *Bowdichia virgilioides* e *Byrsonima* sp. (Malpighiaceae). Os outros tipos de

pólen identificados foram considerados como isolados ocasionais devido à baixa frequência nas amostras (Tab. 1).

Abelhas visitantes de *B. rotunda*

Foram identificados 40 tipos polínicos (24 famílias e 38 gêneros) nas escopas das abelhas visitantes de *B. rotunda* (Tab. 2; Fig. 1).

As espécies vegetais mais representativas foram *B. rotunda* (92% dos indivíduos), *Ouratea racemiformis* Ulei. (Ochnaceae/ 42,6%) e *Bowdichia virgilioides* (41,3%). A única espécie vegetal que apresentou grãos de pólen presentes nas amostras de todas as espécies de Centridini analisadas foi *Chamaecrista* sp. (Caesalpinioideae).

Das famílias de plantas identificadas, as que contribuíram com um maior número de espécies foram Papilionoideae (4 espécies), Caesalpinioideae (3 spp.), Malpighiaceae (3 spp.), Euphorbiaceae (3 spp.) e Anacardiaceae (3 spp.).

Nas 69 amostras de *Centris aenea* foram observados 40 tipos polínicos, sendo que 63 amostras apresentaram o pólen de *B. rotunda* como dominante. *Ouratea racemiformis* e *Bowdichia virgilioides* tiveram seus grãos de pólen isolados ocasionais e isolados importantes em cerca de 30 amostras, sendo consideradas também importantes fontes de pólen para *C. aenea*.

Em *Centris flavifrons* (três amostras) foram identificados 10 tipos polínicos, principalmente de *B. rotunda* (dominante em duas amostras) e *Borreria* sp. (Rubiaceae/ dominante em uma amostra). Os grãos de pólen de *Banisteriopsis* sp., *Casearia* sp. (Flarcourtiaceae), *Centrosema* sp. (Papilionoideae) e *Chamaecrista* sp. foram considerados isolados importantes.

Na única amostra de *Centris spilopoda* foram encontrados grãos de *B. rotunda* (dominante), Solanaceae (acessório), *Banisteriopsis* sp., *Chamaecrista* sp. (ambos isolados importantes) e *Combretum* sp. (Combretaceae/ isolado ocasional).

Epicharis bicolor visitou oito espécies vegetais, sendo observado com mais frequência em sua amostra grãos de pólen de *B. rotunda* (93%). As outras espécies vegetais identificadas apresentaram grãos isolados ocasionais (Tab. 2).

Centris tarsata foi a única que não apresentou grãos de pólen de *Byrsonima*, sendo identificados em sua carga polínica grãos de *Centrosema* sp. (dominante), *Bowdichia virgilioides*, *Stryphnodendron barbatimao* Martius (Mimosoideae), *Chamaecrista* sp. e *Tibouchina aspera* Aubl. (Melastomataceae).

Considerando os horários em que as abelhas Centridini foram coletadas nas duas espécies de *Byrsonima*, observou-se que os indivíduos que foram capturados entre 8 e 9 horas apresentaram maior diversidade de tipos polínicos em suas cargas de pólen, com uma média de mais de seis tipos polínicos diferentes em um mesmo indivíduo (Fig. 2).

Discussão

Diversos trabalhos relatam a ação forrageadora das Centridini sobre espécies de Malpighiaceae, especialmente as do gênero *Byrsonima* e *Banisteriopsis*, porém elas visitam também outras fontes florais (inclusive fornecedoras de néctar), como observado neste trabalho e por outros autores (Tab. 3).

As abelhas Centridini são consideradas especialistas na coleta de lipídios florais e, portanto, visitam plantas de óleo para a coleta deste recurso e de pólen (Machado, 2004). Todos os indivíduos aqui analisados foram coletados nas flores de *Byrsonima umbellata* e *B. rotunda*, o que explica a dominância dos grãos de pólen dessas espécies em suas cargas polínicas. *Centris maranhensis* foi observada apenas coletando apenas óleo nas flores de *B. umbellata*, o que justifica a ausência desse tipo polínico em suas amostras.

Das outras espécies vegetais identificadas, *Bowdichia virgilioides* e *Ouratea racemiformis* se destacaram por apresentarem seus grãos de pólen presentes nas escopas de muitos indivíduos de

Centridini ($n > 30$; 35% do total de indivíduos). Essas duas espécies vegetais são consideradas fontes de néctar, além de pólen, por outros autores (Tab. 3).

Na maioria dos habitats já pesquisados, espécies de Leguminosae e Malpighiaceae são consideradas importantes fontes de pólen para abelhas do gênero *Centris* (Laroca *et al.*, 1982; Camargo & Mazucato; 1984; Aguiar *et al.*, 1995; Agostini & Sazima, 2003; Aguiar *et al.*, 2003; Andena *et al.*, 2005; Viana *et al.*, 2006).

As abelhas Centridini aqui analisadas visitaram as flores mais freqüentemente no período da manhã, principalmente entre 7 e 9 horas (observação pessoal), horários em que a temperatura é mais amena e a umidade relativa é maior, favorecendo a atividade dessas abelhas. Maior freqüência de visita às flores de espécies de *Byrsonima* no período matutino também foi observada por Albuquerque & Rêgo (1989) e Teixeira & Machado (2000), sendo um padrão considerado comum para as comunidades tropicais. Além da maior atividade das abelhas, no período da manhã a maioria das flores se encontra aberta (observação pessoal), gerando uma maior oferta de recursos para as abelhas e, conseqüentemente, um aumento na diversidade de tipos polínicos.

Apesar da grande diversidade de tipos polínicos observada, muitas espécies vegetais foram representadas nas amostras por uma proporção muito baixa de grãos de pólen, caracterizando-os como isolados ocasionais (<3%). O pólen detectado nessas amostras, provavelmente foi aderido ao corpo das abelhas durante a coleta de néctar. Segundo Aguiar *et al.* (2003), as abelhas apresentam um padrão de visitação em um amplo espectro de espécies vegetais, sendo o forrageio por néctar mais generalista do que por pólen e óleo.

Diante disso, consideramos que as abelhas Centridini visitantes de *Byrsonima umbellata* e *B. rotunda* em ambiente de cerrado são oligoléticas, ou seja, especialistas na coleta de pólen em algumas espécies vegetais, com destaque para *Cassia* sp., *Chamaecrista* sp., *Hymenaea courbaril*, *Stryphnodendron barbatimao*, *Banisteriopsis* sp., *Bowdichia virgilioides* e *Ouratea racemiformis*. Aguiar *et al.* (2003) também consideraram as espécies de *Centris* especialistas na coleta de pólen em ambiente de caatinga no nordeste do Brasil.

A importância das duas espécies de *Byrsonima* (*B. umbellata* e *B. rotunda*) para o sucesso reprodutivo das Centridini no local estudado é inquestionável, não só como fonte de óleo, mas também de pólen, como foi aqui evidenciado. Porém, essas abelhas também dependem de uma flora variada para obtenção de néctar, o qual é igualmente necessário para a alimentação dos adultos e larvas.

Agradecimentos - À FAPEMA, pela concessão de bolsa ao primeiro autor. À Comercial e Agrícola Paineiras, pela permissão para realização do trabalho na área de estudo e apoio logístico.

Referências bibliográficas

- Agostinini, K. & Sazima, M. 2003. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia** **62**(3): 335-343.
- Aguiar, C. M. L. 2003a. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** **20**(3): 457-467.
- Aguiar, C. M. L. 2003b. Flower visits of *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae) in an area of caatinga (Bahia, Brazil). **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **38**(1): 41-45.
- Aguiar, C. M. L. & Gaglianone, M. C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia** **20**(4): 601-606.
- Aguiar, C. M. L.; Martins, C. F. & Moura, A. C. 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). **Revista Nordestina de Biologia** **10**(2): 101-117.
- 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**(2): 247-259.
- Albuquerque, P. M. C. & Mendonça, J. A. C. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera: Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazônica** **26**: 45-54.
- 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. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **43**: 191-223.
- Andena, S. R.; Bego, L. R. & Mechi, M. R. 2005. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zoociências** **7**(1): 55-91.
- Araújo, V. A.; Antonini, Y. & Araújo, A. P. A. 2006. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal areas in the southern Espinhaço range, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology** **35**(1): 30-40.
- 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**(2): 343-353.
- Bastos, S. 2006. Biologia floral de *Passiflora cincinnata* Mast. no morro do pai Inácio, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia. In Viana, B. F. & Oliveira, F. F. eds. **Biologia e Ecologia da polinização: cursos de campo**. Salvador: EDUFBA, p. 59-61.
- Benezar, R. M. C. & Pessoni, L. A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta Amazônica** **36**(2): 159-168.
- Brasil. 1984. Instituto Brasileiro do 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. 194p.
- Buchmann, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and System** **18**: 343-369.
- Camargo, J. M. F. & Mazucato, M. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Dusenía** **14**(2): 55-87.
- Cocucci, A. A. 1991. Pollination biology of *Nierembergia* (Solanaceae). **Plant Systematics and Evolution** **174**: 17-35.
- Costa, C. B. N.; Costa, J. A. & Ramalho, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **29**(1): 103-114.
- Erdtman, G. 1966. **Pollen morphology and plant taxonomy**. Stockholm: Almqvist & Wilsell. 553p.
- Flinte, V.; Araújo, C. O.; Macedo, M. V & Monteiro, R. F. 2003. Comunidade de insetos associada a *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) na Restinga de Jurubatiba, RJ: observações preliminares. In Claudino-Sales, W.; Tonini, I. M. & Dantas, E. W. C. eds. **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**. Fortaleza, p. 304-305.

- Freitas, B. M. 1997. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **Journal of Apicultural Research** **36**: 15-22.
- 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.
- Freitas, B. M. & Pereira, J. O. P. 2004. Crop consortium to improve pollination: can west indian cherry (*Malpighia emarginata*) attract *Centris* bees to pollinate cashew (*Anacardium occidentale*)? In Freitas, B. M. & Pereira, J. O. P. eds. **Solitary Bees: Conservation, rearinh and management for pollination**. São Paulo, p. 193-201.
- Gaglianone, M. C. 2001. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **18**: 107-117.
- Gaglianone, M. C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luis Antônio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In Melo, G. A. R. & Alves-dos-Santos, I. eds. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, p. 279-284.
- Gottsberger, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Plant Systematics and Evolution** **152**: 29-45.
- Gottsberger, G.; Camargo, J. M. F. & Silberbauer-Gosttsberger, I. 1998. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Botanische Jahrbücher für Systematik** **109**: 469-500.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gosttsberger, I. 2006. Oil-flowers and oil-collecting bees. In Gottsberger, G. & Silberbauer-Gosttsberger, I. eds. **Life in the cerrado – a South American Tropical Seasonal Ecosystem Vol. II. Pollination and seed dispersal**. São Paulo, p. 112-115.
- Jones, G. D. & Jones, S. D. 2001. The uses of pollen and its implication for entomology. **Neotropical Entomology** **30**(3): 341-350.
- Laroca, S.; Cure, J. R. & Bortoli, C. 1982. A associação das abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em uma área restrita no interior da Cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. **Dusenía** **13**(3): 93-117.
- Locatelli, E.; Machado, I. C. & Medeiros, P. 2004. Riqueza de abelhas e a flora apícola em um fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In Pôrto, K. C.; Cabral, J. J. & Tabarelli, M. eds. **Brejos de Altitude: História Natural, Ecologia e Conservação**. Brasília: MMA/PROBIO, p. 153-177.
- Lorezon, M. C. A.; Martins, C. G. & Baptista, J. L. 1997. Polinizadores de *Malpighia glabra* L. na região do Brejo do Paraíba. **Mensagem Doce** **48**: 34-37.

- Louveaux, J.; Maurizio, A. & Vorwohl, G. 1978. Methods of melissopalynology. **Bee World**, Gerrards Cross, **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. In Freitas, B. M. & Pereira, J. O. P. eds. **Solitary Bees: Conservation, rearing and management for pollination**. São Paulo, p. 255-280.
- Martins, C. G. M.; Lorenzon, M. C. A. & Baptista, J. L. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. **Caatinga** **12**(1/2): 55-59.
- Miyashita, R. K.; Nakasone, H. Y. & Lamoureux, C. H. 1964. Reproductive morphology of acerola (*Malpighia glabra* L.). **Hawaii Agricultural Experiment Station Technical Bulletin** **63**: 1-31.
- Neves, E. L. & Viana, B. F. 2001. Ocorrência de *Epicharis bicolor* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nas caatingas da margem esquerda do médio Rio São Francisco, Bahia. **Neotropical Entomology** **30**(4): 735-736.
- Oliveira, M. D. & Schlindwein, C. 2003. Espécies de *Centris* e *Epicharis* (Apidae, Centridini) como polinizadores de *Malpighia emarginata* (acerola – Malpighiaceae) na Zona da Mata em Pernambuco. In Claudino-Sales, W.; Tonini, I. M. & Dantas, E. W. C. eds. **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**. Fortaleza, p. 224-225.
- 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**(2): 5-12.
- Ramos, M.; Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2003a. Aspectos biológicos de espécies de Centridini: principais polinizadores do murici. In Rêgo, M. & Albuquerque, P. eds. **Polinização do Murici**. São Luís, MMA/EDUFMA, p. 61-74.
- Ramos, M.; Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2003b. Ninhos-armadilha: um método de amostragem para o conhecimento da biologia e aumento da população dos polinizadores do murici. In Rêgo, M. & Albuquerque, P. eds. **Polinização do Murici**. São Luís, MMA/EDUFMA, p. 75-78.
- Rebêlo, J. M. M. 1995. Espécies de Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) e sua associação com flores, numa área restrita da Ilha de São Luís, MA, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** **5**: 179-193.
- 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** (2): 179-193.
- Rêgo, M. M. C. & Albuquerque, P. M. C. 2004. O Murici e suas abelhas. **Ciência Hoje** **35**: 58-60.
- Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2006. **Polinização do Murici**. São Luís, MMA/EDUFMA. 104p.
- Rêgo, M. M. C.; Albuquerque, P. M. C.; Ramos, M. C. & Carreira, L. M. 2006. Aspectos da nidificação de *Centris flavifrons* (Fries) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), um dos principais

- polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology** **35**(5): 579-587.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. **Botanica Acta** **102**: 106-111.
- Schindwein, C. 1998. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic busland of subtropical Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **33**: 46-59.
- Schindwein, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**. Riberão Preto, p. 131-141.
- Sigrist, M. R. & Sazima, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. **Annals of Botany** **94**(1): 33-41.
- Silva, M. C. M. & Martins, C. F. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo – PB, Brasil). **Principia** **7**(3): 40-51.
- Silva, O.; Rêgo, M. & Albuquerque, P. 2006. Recursos florais disponíveis na restinga para os polinizadores do murici. In Rêgo, M. & Albuquerque, P. eds. **Polinização do Murici**. São Luís, MMA/EDUFMA, p. 79-88.
- Silveira, F. A.; Rocha, L. B.; Cure, J. R. & Oliveira, M. J. F. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Zona da Mata de Minas Gerais II. Diversidade, abundância e fontes de alimentos em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. **Revista Brasileira de Entomologia** **37**: 595-610.
- Souza, D. A. S.; Lenzi, M. & Orth, A. I. 2004. Contribuição à ecologia da polinização de *Tabebuia pulcherrima* (Bignoniaceae) em área de restinga, no sul de Santa Catarina. **Biotemas** **17**(2): 47-66.
- Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasílica** **14**(3): 347-357.
- Varassin, I. G. & Silva, A. G. 1999. A melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em vegetação de restinga. **Rodriguésia** **50**(76/77): 5-17.
- Viana, B. F.; Silva, F. O. & Kleinert, A. M. P. 2006. A flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica** **29**(1): 13-25.
- Vinson, S. B.; William, H. J.; Frankie, G. W. & Shrum, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). **Biotropica** **29**: 76-83.

Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt** 7: 285-369.

Yamane, G. M. & Nakasone, H. Y. 1961. Pollination and fruit set studies of acerola (*Malpighia glabra* L.) in Hawaii. **Proceeding of the American Society of Horticultural Science** 78: 141-148.

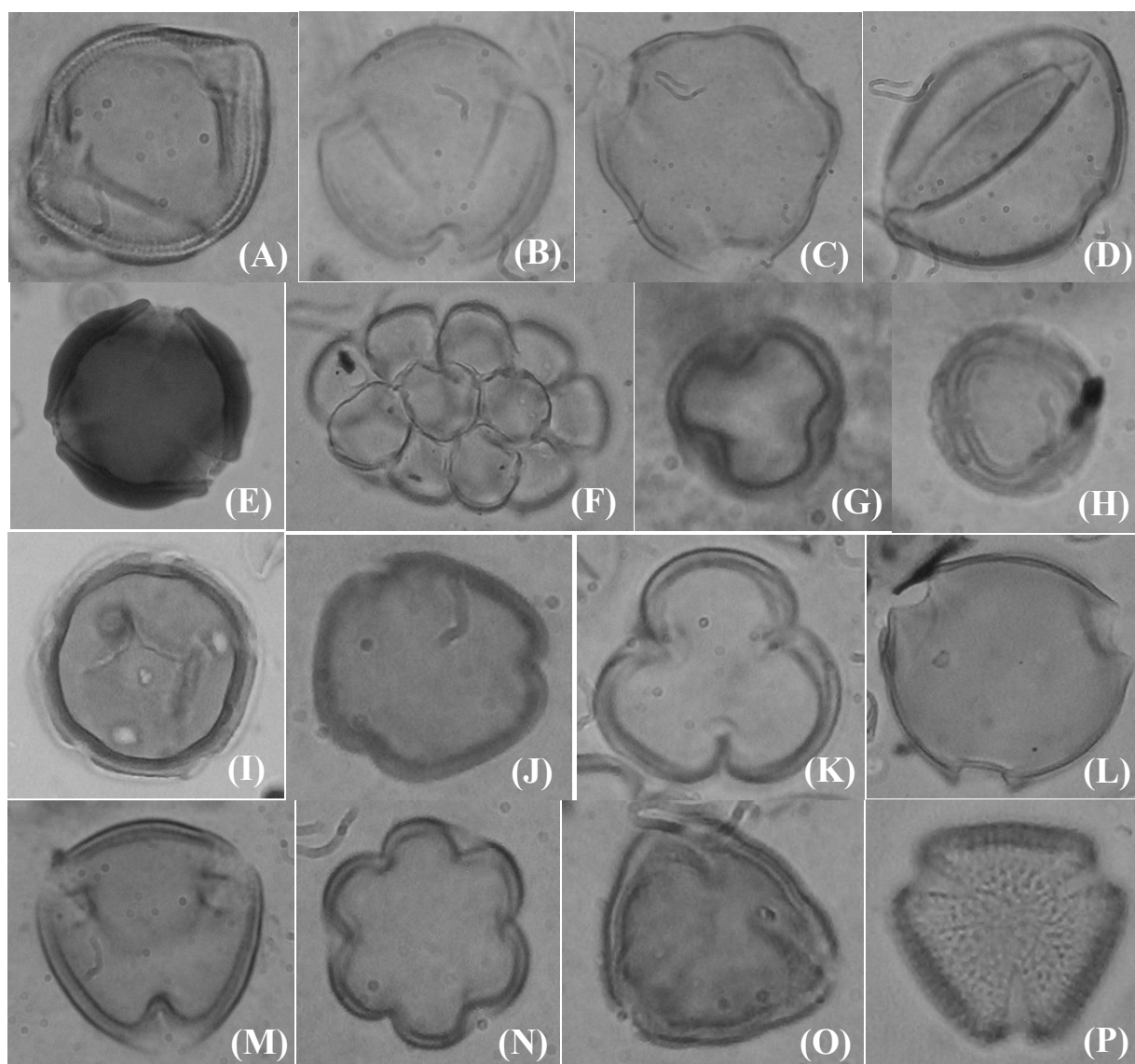


Figura 1. (A-T). Tipos polínicos presentes nas escopas das abelhas Centridini visitantes de *Byrsonima umbellata* e *B. rotunda* (Malpighiaceae), em área de cerrado, MA, Brasil. (A) *Anacardium microcarpum*; (B) *A. occidentale*; (C) *Spondias* sp.; (D) Tipo Arecaceae; (E) Tipo Boraginaceae; (F) *Stryphnodendron barbatimao*; (G) *Byrsonima rotunda*; (H) *B. umbellata*; (I) *Banisteriopsis* sp.; (J) *Protium* sp.; (K) *Casearia* sp.; (L) *Cassia* sp.; (M) *Bowdichia virgilioides*; (N) *Tibouchina aspera*; (O) *Ouratea racemiformis*; (P) *Paulinia* sp.

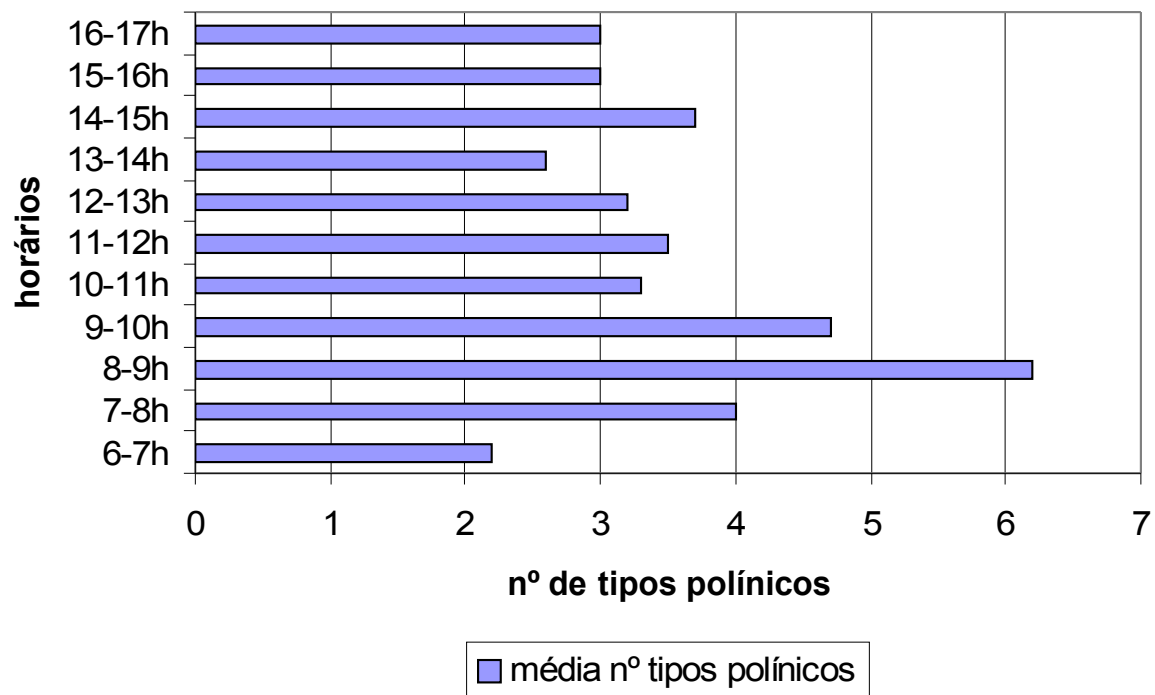


Figura 2. Média de número de tipos polínicos presentes nas escopas das abelhas Centridini visitantes de *Byrsonima umbellata* e *B. rotunda* (Malpighiaceae), por horário de coleta, em área de cerrado, MA, Brasil.

Tabela 1. Tipos polínicos identificados nas escopas das abelhas Centridini visitantes de *B. umbellata* e suas respectivas frequências por amostra analisada. Amostras: I a V = *Centris aenea*; VI = *C. analis*; VII = *C. byrsonimae*; VIII e IX = *C. maranhensis*; X e XI = *Epicharis bicolor*.

[illegible]

Tabela 2. Espécies vegetais utilizadas por abelhas Centridini visitantes de *B. rotunda* para coleta de pólen e número de indivíduos de cada espécie de abelha por espécie vegetal.

Famílias/ Espécies vegetais	<i>C. aenea</i>	<i>C. flavifrons</i>	<i>C. spilopoda</i>	<i>C. tarsata</i>	<i>E. bicolor</i>
Anacardiaceae					
<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke	5				
<i>Anacardium occidentale</i> L.	12				1
Tipo <i>Spondias</i>	1				
Apocynaceae					
Tipo Apocynaceae	2				
Arecaceae					
Tipo Arecaceae	2				
Bignoniaceae					
Tipo <i>Arrabidaea</i>	1				
Tipo <i>Tabebuia</i>	8	1			
Bombacaceae					
Tipo Bombacaceae	1				
Burseraceae					
Tipo <i>Protium</i>	2	1			
Combretaceae					
Tipo <i>Combretum</i>	2		1		1
Dilleniaceae					
Tipo <i>Dillenia</i>	1				
Euphorbiaceae					
Tipo <i>Alchornea</i>	2				
Tipo <i>Chamaesyce</i>	1				
Tipo Euphorbiaceae	4				
Flacourtiaceae					
Tipo <i>Casearia</i>	6	1			
Labiatae					
Tipo <i>Hyptis</i>	1				
Leg. Caesalpinioideae					
Tipo <i>Bauhinia</i>	1				
Tipo <i>Cassia</i>	13	1			
Tipo <i>Chamaecrista</i>	12	1	1	1	1
Leg. Papilionoideae					
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	29			1	1
Tipo <i>Centrosema</i>	1	1		1	
Tipo <i>Clitoria</i>	2				
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	15				
Leg. Mimosoideae					
Tipo <i>Acacia</i>	3				
<i>Stryphnodendron barbatimao</i> Martius	19			1	
Malpighiaceae					
Tipo <i>Banisteriopsis</i>	16	2	1		1
<i>Byrsonima rotunda</i> Griseb	65	2	1		1
Tipo <i>Byrsonima</i>	5				
Melastomataceae					
<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.	7			1	
Moraceae					

Tipo Moraceae	1		
Myrtaceae			
Tipo <i>Myrcia</i>	3	1	
Ochnaceae			
<i>Ouratea racemiformis</i> Ulei.	31		1
Passifloraceae			
Tipo <i>Passiflora</i>	2		
Polygalaceae			
Tipo <i>Polygala</i>	2		
Rubiaceae			
Tipo <i>Borreria</i>	1	1	
Tipo <i>Spermacoce</i>	1		
Sapindaceae			
Tipo <i>Cupania</i>	1		
Tipo <i>Paulinia</i>	10		1
Tipo <i>Serjania</i>	2		
Solanaceae			
Tipo Solanaceae	1	1	

Tabela 3. Tipos polínicos diagnosticados na análise da carga polínica das Centridini visitantes de *B. umbellata* e *B. rotunda* e outros trabalhos que citam a presença de Centridini em suas espécies. N = Néctar, O = Óleo, P = Pólen, ND = Não determinado, NE = Não encontrado.

Tipos polínicos	Recurso coletado	Outras referências
Anacardiaceae		
Tipo	N	Freitas, 1997; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Freitas & Pereira, 2004; Silva <i>et al.</i> , 2006
<i>Anacardium</i>		
Tipo <i>Spondias</i>	P, N	Araújo <i>et al.</i> , 2006
Apocynaceae		
Tipo	N	NE
Apocynaceae		
Arecaceae		
Tipo Arecaceae	-	NE
Bignoniaceae		
Tipo <i>Arrabidaea</i>	ND	Aguiar <i>et al.</i> , 2003a
Tipo <i>Tabebuia</i>	N, P	Agostini & Sazima, 2003; Aguiar, 2003a; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Locatelli <i>et al.</i> , 2004; Souza <i>et al.</i> , 2004
Bombacaceae		
Tipo	N, P	Silva <i>et al.</i> , 2006
Bombacaceae		
Boraginaceae		
Tipo	N	Agostini & Sazima, 2003
Boraginaceae		
Burseraceae		
Tipo <i>Protium</i>	ND	Rêgo <i>et al.</i> , 2006
Combretaceae		
Tipo	-	NE
<i>Combretum</i>		
Dilleniaceae		
Tipo <i>Dillenia</i>	-	NE
Euphorbiaceae		
Tipo <i>Alchornea</i>	-	NE
Tipo	ND	Silva <i>et al.</i> , 2006
<i>Chamaesyce</i>		
Flacourtiaceae		
Tipo <i>Casearia</i>	-	NE
Labiatae		
Tipo <i>Hyptis</i>	N, P	Silveira <i>et al.</i> , 1993; Rebêlo, 1995; Aguiar <i>et al.</i> , 2003
Leg.		
Caesalpinioidae		
Tipo <i>Bauhinia</i>	P, N	Aguiar <i>et al.</i> , 2003
Tipo <i>Cassia</i>	P	Gottsberger <i>et al.</i> , 1988; Alves-dos-Santos, 1999; Aguiar <i>et al.</i> , 2003
Tipo	P	Gottsberger <i>et al.</i> , 1988; Silva & Martins, 1999; Aguiar, 2003a, 2003b; Aguiar & Gaglianone, 2003; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Araújo,
<i>Chamaecrista</i>		

		<i>et al.</i> , 2006; Rêgo <i>et al.</i> , 2006
Leg.		
Papilionoideae		
Tipo <i>Bowdichia</i>	N	Albuquerque & Mendonça, 1996; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Locatelli <i>et al.</i> , 2004
Tipo <i>Centrosema</i>	N	Silveira <i>et al.</i> , 1993; Aguiar <i>et al.</i> , 1995, 2003
Tipo <i>Clitoria</i>	N, P	Locatelli <i>et al.</i> , 2004
Tipo <i>Hymenaea</i>	ND	Ramos <i>et al.</i> , 2006a; Rêgo <i>et al.</i> , 2006
Leg.		
Mimosoideae		
Tipo <i>Acacia</i>	P	Aguiar <i>et al.</i> , 2003
Tipo <i>Stryphnodendron</i>	-	NE
Malpighiaceae		
Tipo <i>Banisteriopsis</i>	P, O	Gottsberger, 1986; Sazima & Sazima, 1989; Rebêlo, 1995; Albuquerque & Mendonça, 1996; Gaglianone, 2001, 2003; Aguiar & Gaglianone, 2003; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Machado, 2004; Sigrist & Sazima, 2004; Andena <i>et al.</i> , 2005; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Ramos <i>et al.</i> , 2006b; Rêgo <i>et al.</i> , 2006
Tipo <i>Byrsonima</i>	P, O	Vogel, 1974; Vinson <i>et al.</i> , 1997; Gottsberger, 1986; Albuquerque & Rêgo, 1989; Rêgo & Albuquerque, 1989, 2004, 2006; Barros, 1992; Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2001, 2003; Neves & Viana, 2001; Aguiar & Gaglianone, 2003; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Machado, 2004; Andena <i>et al.</i> , 2005; Araújo <i>et al.</i> , 2006; Benezar & Pessoni, 2006; Costa <i>et al.</i> , 2006; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Ramos <i>et al.</i> , 2006a; Rêgo <i>et al.</i> , 2006; Silva <i>et al.</i> , 2006
Melastomataceae		
Tipo <i>Tibouchina</i>	P	Schindwein, 1998; Alves-dos-Santos, 1999; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Locatelli <i>et al.</i> , 2004; Araújo <i>et al.</i> , 2006
Moraceae		
Tipo Moraceae	-	NE
Myrtaceae		
Tipo <i>Myrcia</i>	P	Silva & Martins, 1999; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Ramos <i>et al.</i> , 2006b; Rêgo <i>et al.</i> , 2006; Silva <i>et al.</i> , 2006
Ochnaceae		
Tipo <i>Ouratea</i>	P, N	Albuquerque & Mendonça, 1996; Aguiar & Gaglianone, 2003; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Andena <i>et al.</i> , 2005; Rêgo <i>et al.</i> , 2006
Passifloraceae		
Tipo <i>Passiflora</i>	P, N	Gosttsberger <i>et al.</i> , 1988; Varassin & Silva, 1999; Aguiar, 2003a, 2003b; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Locatelli <i>et al.</i> , 2004; Bastos, 2006; Rêgo <i>et al.</i> , 2006
Polygalaceae		
Tipo <i>Polygala</i>	-	NE
Rubiaceae		
Tipo <i>Borreria</i>	P	Silva & Martins, 1999; Aguiar <i>et al.</i> , 2003
Tipo <i>Spermacoce</i>	-	NE

Sapindaceae

Tipo <i>Cupania</i>	-	NE
---------------------	---	----

Tipo <i>Paulinia</i>	-	NE
----------------------	---	----

Tipo <i>Serjania</i>	-	NE
----------------------	---	----

Solanaceae

Tipo Solanaceae	P, O	Cocucci, 1991; Rebêlo, 1995; Silva & Martins, 1999; Gaglianone, 2001; Aguiar, 2003a, 2003b; Aguiar & Gaglianone, 2003; Aguiar <i>et al.</i> , 2003; Machado, 2004; Andena <i>et al.</i> , 2005; Araújo <i>et al.</i> , 2006; Rêgo <i>et al.</i> , 2006
-----------------	------	--
