

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DA ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata*
DC, MALPIGHACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO TRIÂNGULO MINEIRO**

Alice Maria Guimarães Fernandes Vilhena

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG
Fevereiro – 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DA ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata*
DC, MALPIGHIACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO TRIÂNGULO MINEIRO**

Alice Maria Guimarães Fernandes Vilhena

Solange Cristina Augusto
Orientadora

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas .

Uberlândia - MG
Fevereiro - 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DA ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata*
DC, MALPIGHIACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO TRIÂNGULO MINEIRO**

Alice Maria Guimarães Fernandes Vilhena

Solange Cristina Augusto
Instituto de Biologia – UFU
Orientadora

Homologado pela coordenação do Curso de
Ciências Biológicas em / /

Vera Lúcia de Campos Brites
Coordenadora

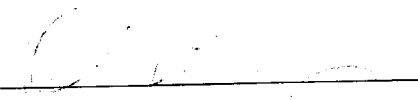
Uberlândia - MG
Fevereiro – 2007


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

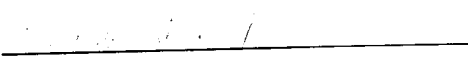
**VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DA ACEROLEIRA (*Malpighia emarginata*
DC, MALPIGHIACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO TRIÂNGULO MINEIRO**

Alice Maria Guimarães Fernandes Vilhena

Aprovado pela Banca Examinadora em: 17/02/07 Nota: 4,0

Profª. Dra. Solange Cristina Augusto 

Profª. Dra. Fernanda Helena Nogueira Ferreira 

Dr. Wilson Fernandes Réu Júnior 

Uberlândia, 09 de fevereiro de 2007

*À minha mãe Magela,
que por mais anos que eu viva,
nunca conseguirei agradecer tudo que fez por mim.*

Agradecimentos

Agradeço à minha mãe, Magela, pelo amor sem fim, carinho, dedicação, apoio, pelos telefonemas diários e por nunca ter deixado que a distância entre nós atrapalhasse meu rendimento. Agradeço a ela pelo que sou hoje. É a melhor mãe do MUNDO.

À minha avó Tereza, que na verdade é Terezinha, e que na verdade é minha segunda mãe, pela criação e pelos valores que tenho.

Aos meus tios, tias e primos, pela união, força e crédito que sempre depositaram em mim. Agradeço especialmente à tia Jussara e ao tio Ronan, que me ajudaram nas mudanças, trouxeram minha mãe para me visitar e sempre que eu pedia, estavam dispostos para auxiliar em qualquer coisa.

Ao meu pai, José Luiz, que mesmo longe, nunca deixou de demonstrar seu carinho, amor e confiança.

À minha avó Etelvina (em memória), que sempre me incentivou a estudar e me enchia de perguntas quando eu era criança.

À minha orientadora Solange, pelos ensinamentos e prontidão para esclarecer minhas dúvidas. À minha amiga Solange, pelas boas risadas, sábios conselhos, dedicação e por ter batizado o “Turcão”.

À minha amiga Cláudia Inês, pelos ensinamentos, pela amizade e pela fundamental ajuda nesse trabalho. Sem ela, não teria começado e nem terminado esse estudo.

À Maria Cristina Gaglianone, pela presteza em identificar as abelhas Centridini e nunca hesitar em ensinar.

Aos grandes amigos que fiz na Fazenda Água Limpa, pela receptividade calorosa, pelas várias caronas, pela comida maravilhosa, pela preocupação e pelas valiosas informações sobre a acerola.

Ao meu amigo Léo, que me apresentou o encantador mundo das abelhas, do qual eu nunca mais quis sair e à minha amiga Ananda, pelos sábios conselhos.

Às amigas-irmãs que fiz na faculdade, Flávia, Rita e Mariana, pelas boas conversas, farras, conselhos, trabalhos, e também pelo ombro amigo nos momentos difíceis. Meninas, não sei o que seria de mim aqui sem vocês. O quarteto é para sempre! Amo vocês!

À Carol, à Ana Paula e ao Jairo, pela amizade maravilhosa que conquistamos!

Às kéridas do meu coração, Lorena França, Lorena Godoi, Emanuelle, Cibele e Renata, pela amizade e pelos bons momentos que compartilhamos. Nunca me esquecerei!

A todos meus amigos de infância, de faculdade e do laboratório, Talles, Rafa, Dani e Hugo, pela troca de experiências e ajuda nos momentos de aperto.

À Mariana, novamente, e à Paula, que me agüentaram durante esses anos. Não foi difícil, né? Obrigada kéridas, pela boa convivência e pela amizade.

Aos professores, que me ensinaram boa parte do que sei hoje e me formaram uma Bióloga.

A todos os funcionários dessa Universidade, que sempre me ajudaram com satisfação.

Ao convênio UFU/FAPEMIG e UFU/CNPq, pelo apoio técnico e financeiro.

Enfim, agradeço a Deus, por ter criado meu instrumento de trabalho: a Natureza.

Visitantes florais e polinização da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae) em área de Cerrado no Triângulo Mineiro

ABSTRACT. (Floral visitors and West Indian Cherry (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae) pollination in Cerrado area of Triângulo Mineiro). The West Indian Cherry is largely cultivated in Brazil and its fruit is very consumed due to its high content of natural ascorbic acid. This study aimed to identify the pollinators, as well as its behavior and frequency during the flowering. The study was carried at Água Limpa Farm, Uberlândia, MG, from October 2005 to February 2006. Twenty-five species were observed visiting the flowers, included in the tribes Centridini, Meliponini and Tetrapediini. *Centris (Centris) flavifrons* and *Centris (Centris) varia* had been the two more frequent species, presenting 21,05% and 18,68% of the total bees observed visiting the flowers, respectively. Among the Centridini, only *Centris (Centris) varia*, *Centris (Centris) aenea* and *Epicharis* sp. had collected pollen, beyond oil. It was also observed a variation in the tax of fruition for natural pollination (0%-34,48%). The analysis of the polinic load of *Centris flavifrons*, the most frequent pollinator, disclosed the presence of 11 polinic types. The pollen grains of *Solanum lycocarpum*, *Byrsonima intermedia* and *Malpighia emarginata* were the most frequent in the samples.

Key-words: West Indian Cherry, Centridini, pollination.

**Visitantes florais e polinização da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae)
em área de Cerrado no Triângulo Mineiro**

RESUMO. A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae) é uma planta de importância econômica cultivada no Brasil, cujo fruto é muito consumido por seu alto teor de vitamina C. O presente estudo teve como objetivos identificar os polinizadores dessa planta e verificar a variação na riqueza e frequência desses ao longo da florada. O trabalho foi realizado na Fazenda Água Limpa, em Uberlândia, MG, no decorrer dos meses de outubro de 2005 a fevereiro de 2006. Foram observadas 25 espécies visitantes incluídas nas tribos Centridini, Meliponini e Tetrapediini. *Centris (Centris) flavifrons* e *Centris (Centris) varia* foram as espécies mais frequentes, apresentando 21,05% e 18,68% do total de abelhas observadas, respectivamente. Das espécies de Centridini, apenas *Centris (Centris) varia*, *Centris (Centris) aenea* e *Epicharis* sp. coletaram pólen, além de óleo. Também foi observada uma variação na taxa de frutificação por polinização natural (0% a 34,48 %). A análise da carga polínica de *Centris flavifrons*, o polinizador mais frequente, revelou a presença de 11 tipos polínicos, sendo o de *Solanum lycocarpum* e *Byrsonima intermedia*, além de *Malpighia emarginata*, os mais frequentes nas amostras.

Palavras-chave: Acerola, Centridini, polinização.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 A família Malpighiaceae e abelhas associadas	1
1.2 A aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> DC)	2
1.3 Importância de estudos de polinização	3
1.4 Justificativa e objetivos	3
2. MATERIAIS E MÉTODOS	
2.1 Área de estudo	4
2.2 Análise do sistema reprodutivo e número de elaióforos	5
2.3 Visitantes florais	5
2.4 Verificação das fontes de recursos alimentares utilizadas pelo visitante mais freqüente da acerola	6
3. RESULTADOS	
3.1 Análise do sistema reprodutivo e número de elaióforos	7
3.2 Visitantes florais	9
3.3 Comportamento de coleta	13
3.4 Verificação das fontes de recursos alimentares utilizadas pelo visitante mais freqüente da acerola	14
4. DISCUSSÃO	15
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

1.1 A família Malpighiaceae e abelhas associadas

A família Malpighiaceae é predominantemente tropical, sendo que aproximadamente 85% das espécies conhecidas ocorrem no Novo Mundo (Anderson 1979, 1990). Essa família possui cerca de 1100 espécies, sendo constituída por árvores, arbustos e lianas (Mabberley 1993). Os indivíduos são dotados de flores hermafroditas e zigomorfas, pentâmeras, com pétalas unguiculadas. O androceu é formado por dez estames, o ovário é súpero, tricarpelar e trilocular (Joly 1977).

As flores das malpigiáceas contêm cálice caracteristicamente com dez grandes glândulas de óleo, os elaióforos, localizadas na base externa das sépalas, raramente ocorrendo plantas sem glândulas, como em *Galphimia* (Joly 1977). O óleo produzido pelos elaióforos é coletado por abelhas fêmeas da tribo Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini e é normalmente utilizado em sua alimentação e criação das larvas, e para compactar e impermeabilizar as paredes das células de cria (Camargo & Mazucato 1984). O comportamento de coleta de óleo já foi registrado para espécies de *Centris* e *Epicharis* (Centridini) (Buchmann 1987; Vogel 1990), assim como também para algumas espécies de *Paratetrapedia*, *Arhysosceble*, *Chalephogenus*, *Lanthanomelissa*, *Tapinostaspis* e *Monoeca* (Tapinotaspidini) (Vogel 1974; Simpson *et al.* 1977, 1990; Sazima & Sazima 1989; Cocucci 1991; Sérsic 1991; Vogel & Machado 1991; Vogel & Cocucci 1995; Cocucci & Vogel 2001; Teixeira & Machado 2000; Machado *et al.* 2002), e por último, para representantes de *Tetrapedia* (Tetrapediini) (Neff & Simpson 1981; Alves-dos-Santos *et al.* 2002; Alves-dos-Santos *et al.* 2006).

Com cerca de 250 espécies, a tribo Centridini (composta pelos gêneros *Centris* Fabricius, 1804 e *Epicharis* Klug, 1807) é o grupo de abelhas coletoras de óleos mais diversificado e restrito às Américas. Paralelamente, Malpighiaceae é a principal família produtora de óleos florais, com a particularidade de que apenas as linhagens americanas (945 espécies) desenvolveram glândulas de óleo (Buchmann 1987; Vogel 1990). Os Centridini se distinguem das outras abelhas coletoras de óleos florais das Américas (Tapinotaspidini e Tetrapediini) por estarem mais adaptados à extração de óleos de elaióforos epiteliais (Neff & Simpson 1981; Vogel 1990), presentes em Malpighiaceae. As abelhas Centridini configuram-se em importantes polinizadores de numerosas espécies de plantas nas florestas neotropicais e no Cerrado (Frankie

et al. 1983; Schlindwein 2000). São abelhas com hábito solitário que nidificam preferencialmente em solo plano (Rozen & Buchmann 1990; Aguiar & Gaglianone 2003; Gaglianone 2005) e algumas espécies, no caso de *Centris*, em cavidade pré-existentes, como ninhos-armadilha (Gazola & Garófalo 2003; Aguiar & Garófalo 2004; Thiele 2005).

1.2 A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC)

Na família Malpighiaceae, o gênero *Malpighia* possui aproximadamente 40 espécies de arbustos e pequenas árvores, todas elas encontradas em estado nativo nas Antilhas (International Board Plant Genetic Resources 1986). Uma planta de destaque desse gênero é a aceroleira, cujo nome científico é ainda bastante discutido. Segundo Asenjo (1980), os nomes *Malpighia glabra* e *Malpighia puniceifolia* são sinônimos e aplicados a uma espécie diferente da acerola. Segundo o referido autor, *Malpighia emarginata* DC é o nome correto da planta. Tal informação corrobora a nomenclatura usada por Freitas *et al.* (1999), quando estudaram a polinização da aceroleira por abelhas do gênero *Centris*.

A aceroleira produz pequenas inflorescências na axila das folhas, constituídas de três a seis flores. As flores apresentam 2,0-2,5 cm de diâmetro, cinco sépalas, cinco pétalas livres, sendo que a cor varia desde o branco até o rosa, sendo a pétala superior diferenciada, 10 estames e três carpelos formando um ovário único e súpero com três estiletos e estigmas na mesma altura dos estames. O fruto dessa planta possui sabor levemente ácido e alto teor de vitamina C, sendo muito consumido na sua forma natural ou transformado em doces, sucos e sorvetes, e por isso é amplamente cultivado. Ao contrário da maioria das nossas frutas destinadas à exportação, a acerola registra um índice ascendente de consumo no mercado interno, e verifica-se possibilidade real e potencial de o Brasil conquistar e ampliar sua pauta de exportação com esta planta. Nesse contexto, a produção dessa fruta se destaca como uma alternativa agrícola real.

Dados referentes a 1996, indicam que a produção brasileira foi de 32.990 toneladas, representando uma área de 11.050 ha com acerola. A principal região brasileira produtora de acerola é a Nordeste, com 22.964 toneladas, em uma área de 7.237 ha, seguida da região Sudeste, com 5.063 toneladas, em uma área de 1.550 ha. A produção da região Nordeste representa cerca de 70% da produção brasileira, e a da região Sudeste 15% (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1996).

1.3 Importância de estudos de polinização

Apesar do florescimento abundante, baixos índices de frutificação são obtidos. Dentre os fatores envolvidos na redução do número de frutos vingados, destaca-se a falta de uma efetiva polinização (Ritzinger *et al.* 2004; Yamane & Nakasone 1961; Miyashita *et al.* 1964), a qual é dependente da presença de áreas conservadas nas proximidades dos pomares, uma vez que mantém a população dos polinizadores naturais (Martins *et al.* 1999).

Nesse sentido, a polinização é definida como o mais importante benefício das abelhas para a natureza e esse benefício se estende para plantas cultivadas, à medida que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam dependentes desses polinizadores (FAO 2004a). A eficiência das abelhas na polinização é bastante variada e depende de uma série de fatores como a fidelidade à cultura, atividade de forrageamento, requerimento de polinização das plantas, densidade ideal de abelhas e competição por polinização com plantas silvestres ou cultivadas. Em termos globais, a contribuição dos polinizadores às principais culturas dependentes desses agentes alcança US\$54 bilhões de dólares por ano (Kenmore & Krell 1998).

No Brasil, em 2002, foi criada a Iniciativa Brasileira de Polinizadores, como parte do programa da Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável de Polinizadores, dentro da Convenção da Biodiversidade. Com apoio do Ministério do Meio Ambiente, através do PROBIO, doze projetos foram apoiados entre 2002 e 2004 nas diferentes regiões brasileiras, sendo a maioria com espécies frutíferas (FAO 2004b). Os resultados destes trabalhos forneceram subsídios para elaboração de estudos mais detalhados e de longa duração sobre a polinização de plantas cultivadas e conservação de seus polinizadores.

1.4 Justificativa e objetivos

Embora existam informações sobre a biologia floral e reprodutiva (Freitas *et al.* 1999; Martins *et al.* 1999; Ritzinger *et al.* 2004; Gomes *et al.* 2001), são poucos os dados sobre a diversidade e comportamento dos visitantes florais e seu papel na reprodução e produtividade da aceroleira. A identificação dos visitantes florais e o estudo do papel deles na polinização dessa planta são de extrema importância para se traçar alternativas de manejo adequadas dos polinizadores, reduzindo os danos causados pela sua escassez e aumentando a produtividade de frutos.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo geral identificar os polinizadores efetivos da aceroleira em área cultivada próxima a remanescentes de Cerrado, e verificar a distribuição temporal desses polinizadores ao longo da florada, sendo os objetivos específicos: 1- Verificar possíveis variações no número de elaióforos nas flores de *Malpighia emarginata*; 2- Analisar o tipo de sistema reprodutivo da planta; 3- Identificar os visitantes florais e frequência desses ao longo de toda florada da acerola; 4- Observar o comportamento de visita das abelhas e determinar os polinizadores efetivos; 5- Identificar outras fontes de recursos florais utilizadas pelo polinizador mais freqüente da acerola, através da análise da carga polínica do corpo da abelha.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O experimento foi realizado em área de cultivo de acerola, na Fazenda Água Limpa (19°05'48''S/48°21'05''W) (Figura 1), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG, no decorrer dos meses de outubro de 2005 a fevereiro de 2006, período de floração de *M. emarginata*. A fazenda apresenta 60 ha de área preservada, 17 ha de área com fruteira, sendo 1,1 ha de aceroleira, o que inclui aproximadamente 700 indivíduos (P. Bernardes, comunicação pessoal). A área preservada inclui um complexo de vegetação que abrange cerrado sentido restrito, cerrado denso, vereda e mata de galeria.

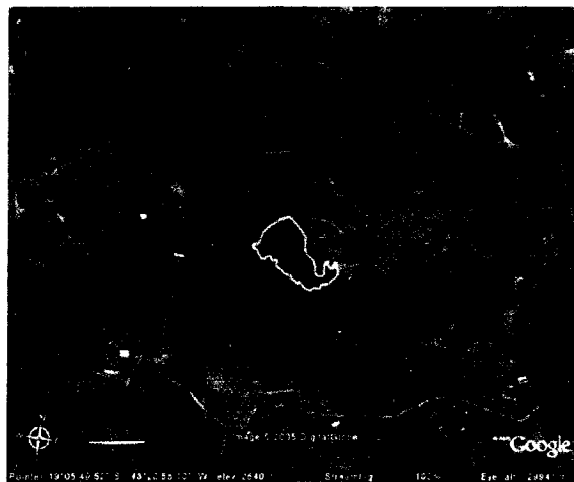


Figura 1. Vista geral da área da Fazenda Água Limpa, Uberlândia, MG. A delimitação em linha amarela corresponde à área preservada e a delimitação em linha vermelha corresponde à área de cultivo de acerola.

2.2 Análise do sistema reprodutivo e número de elaióforos

A duração das flores no campo, desde o estágio de pré-antese até o murchamento, queda das pétalas e formação dos frutos foi analisada, bem como estimada a taxa de frutificação pela polinização natural. Para tanto, foram marcados 266 botões no mesmo estágio em oito indivíduos distribuídos aleatoriamente (em 14/10/05), os quais foram vistoriados em três datas subseqüentes (18/10/05; 20/10/05; 26/10/05), analisando-se número de botões, número de flores, número de flores que já haviam perdido suas pétalas e número de frutos.

Foram realizados os seguintes testes de sistema reprodutivo: autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada manual e polinização natural. Para a autopolinização espontânea, 60 botões em pré-antese, sendo 10 em cada indivíduo ($n=6$) foram ensacados com bolsas de organza. Para a autopolinização manual, foram ensacados 33 botões em pré-antese em cinco indivíduos e, no dia seguinte, quando já estavam abertos, realizou-se a autopolinização manual, transferindo-se o pólen da própria flor para os estigmas com pinça de ponta fina e, logo em seguida, foram ensacados novamente para evitar contato com possíveis polinizadores. Para a polinização cruzada manual, foram ensacados 50 botões em pré-antese, sendo 10 em cada indivíduo ($n=5$), e no dia seguinte, realizou-se a polinização. A transferência de pólen foi feita entre indivíduos o mais distante possível um dos outros. Para a polinização natural, foram marcadas 60 flores em seis indivíduos. Após os tratamentos, as flores foram mantidas ensacadas até a formação dos frutos. A diferença da quantidade de botões utilizada em cada tratamento se deve à perda de alguns deles durante as chuvas do período de estudo.

Foram coletados ramos de três indivíduos, sendo que em cada um foram marcados 30 botões em pré-antese para verificação do horário de antese. Esses ramos foram colocados em água assim que coletados e levados para o laboratório. Nesses mesmos ramos foram marcadas 120 flores para contagem de elaióforos.

2.3 Visitantes florais

O comportamento, a frequência, horário e a categoria do visitante (polinizador ou pilhador) foram registrados no período das 8h às 11h e das 13h às 16h, em 12 dias escolhidos aleatoriamente durante os picos de florada, totalizando 40 horas de observação. Foram percorridas três ruas no interior do plantio, com a permanência do observador por cinco minutos em cada indivíduo florido.

Os visitantes visualizados foram registrados com o auxílio de um rádio gravador e, quando se desconhecia a espécie, um exemplar era coletado com o auxílio de uma rede entomológica e, posteriormente montado e depositado na Coleção Entomológica da Universidade Federal de Uberlândia para correta identificação.

Foi comparada a frequência das abelhas Centridini em outubro-novembro e em janeiro-fevereiro. Como o tempo total de amostragem diferiu em cada um desses períodos, optou-se por dividir o total de indivíduos observados de cada espécie pelo total de horas de observação por período.

Foi determinada a frequência de ocorrência (FO) das abelhas da tribo Centridini utilizando-se a metodologia e classificação proposta por Buschini (2006) onde:

$$FO = \frac{\text{Número de ocorrências de uma espécie} \times 100}{\text{Total de dias (=amostras)}}$$

De acordo com Buschini (2006), dentro de uma classe de frequência maior ou igual a 50%, a espécie é classificada como muito freqüente (MF); entre 25 e 50% a espécie é classificada como freqüente (F); abaixo de 25% a espécie é classificada como pouco freqüente (PF).

Durante o período experimental, também foram obtidos dados de temperatura média (°C) e precipitação média (mm) na Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia.

2.4 Verificação das fontes de recursos alimentares utilizadas pelo visitante mais freqüente da acerola

Sete indivíduos da abelha mais freqüente nas flores de aceroleira foram coletados, durante o mês de outubro, com auxílio de uma rede entomológica, colocados individualmente em pequenos vidros e mantidos em uma caixa de isopor contendo gelo até que cessassem seus movimentos. Logo após, o pólen aderido às estruturas coletoras e ao corpo foi retirado e colocado separadamente em tubos cônicos de 15 ml contendo 1 ml de ácido acético para posterior acetólise, seguindo o método proposto por Erdtman (1960). Após a retirada do pólen, as abelhas foram soltas e somente três indivíduos dessa espécie foram sacrificados para identificação.

A partir do material acetolizado foram montadas três lâminas de cada amostra para análise qualitativa do espectro polínico. O conteúdo das lâminas foi fotografado para montagem de um

banco de imagens dos tipos de pólen encontrados. A identificação dos tipos polínicos foi feita por comparação com a coleção de referência montada com o pólen das espécies encontradas em floração na área da fazenda. Adicionalmente, foi determinada a frequência de ocorrência (FO) dos tipos polínicos utilizando-se a metodologia e classificação proposta por Buschini (2006).

3. RESULTADOS

3.1 Análise do sistema reprodutivo e número de elaióforos

De 90 flores, 66,6% apresentaram antese às 4:00, 5,5% às 5:00 e 27,7% às 6:00, ocorrendo a liberação do pólen às 8:00. As flores duram apenas um dia, sendo as de cor rosa as mais jovens e as brancas próximas da queda das pétalas.

Dos 266 botões marcados para o acompanhamento, apenas 39 frutos foram formados, representando uma taxa de frutificação natural de 14,66% (Figura 2). Os oito indivíduos analisados apresentaram taxas de formação de frutos que variaram de 0 a 34,48%.

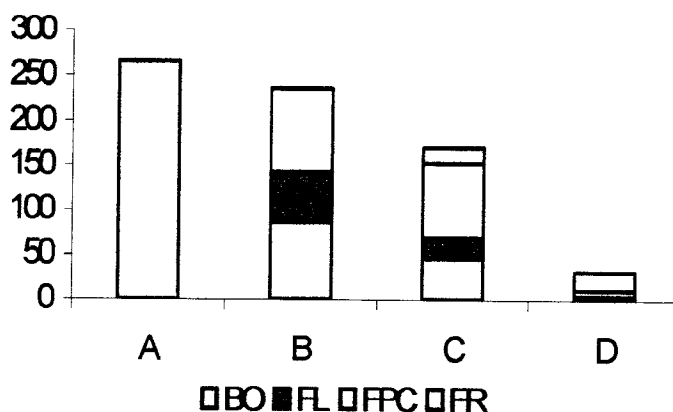


Figura 2. Número de botões (BO), flores (FL), flores com pétalas caídas (FPC) e frutos (FR) nas datas A- 14/10/2005; B- 18/10/2005; C- 20/10/2005 e D- 26/10/2005, durante o estudo de frutificação natural em 266 botões florais marcados na Fazenda Água Limpa, Uberlândia, MG.

Houve diferenças entre os tratamentos de autopolinização e polinização cruzada, sendo este último responsável pela formação de um maior número de frutos (Tabela 1). A espécie foi caracterizada como autoincompatível, apesar da formação de um fruto na autopolinização manual, o que pode ser resultado de contaminação de pólen.

Tabela 1. Testes de polinização realizados em *Malpighia emarginata* DC, em uma área de cultivo experimental na Fazenda Água Limpa da UFU, Uberlândia-MG. AE- Autopolinização espontânea; AM- Autopolinização manual; PCM- Polinização cruzada manual; PN- Polinização natural.

Testes	Nº de flores	Nº de frutos formados	Porcentagem (%)
AE	60	0	0
AM	33	1	3
PCM	50	26	52
PN	60	10	16,6

Na área estudada, a floração dessa espécie inicia-se em outubro e pode se estender até início de março, ou seja, durante todo o período chuvoso (Figura 3), apresentando aproximadamente seis picos de florescimento.

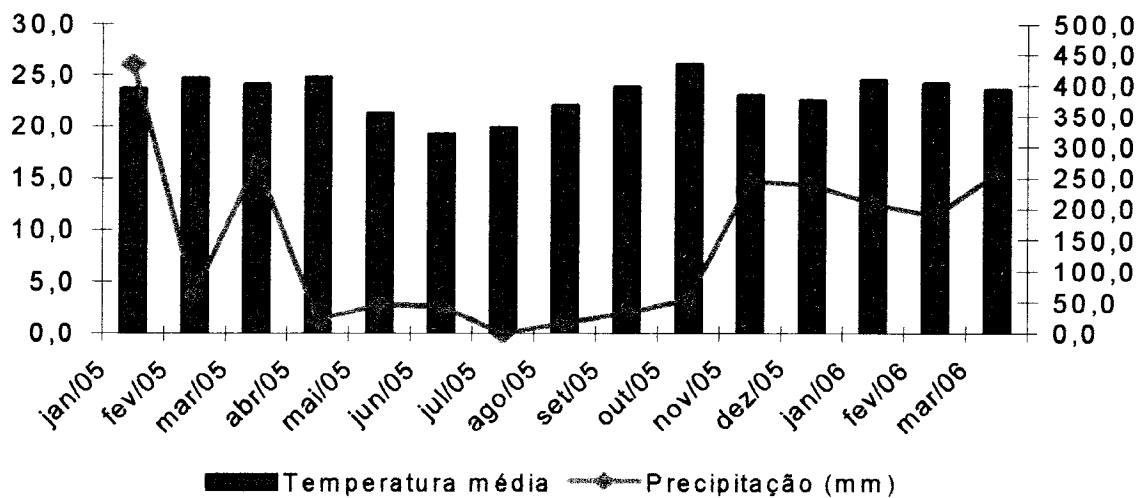


Figura 3. Dados de temperatura média (°C) e precipitação média (mm) para o período de 2005 e 2006 em Uberlândia, MG. (Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia).

As flores analisadas (n=120) possuíam de cinco a dez elaióforos (Figuras 4A, B e C), sendo que em 50,83% da amostra as flores continham dez elaióforos. Não foram verificadas flores sem essas glândulas.



Figura 4. A- botão evidenciando a ausência de um par de elaióforos em uma das sépalas; B- flor com nove elaióforos; C- flor com dez elaióforos. Fotos: Cláudia Inês da Silva.

3.2 Visitantes florais

Vinte e cinco espécies de abelhas, pertencentes às tribos Centridini, Meliponini e Tetrapediini, foram registradas visitando as flores de *M. emarginata* (Tabela 2). *Centris (Centris) flavifrons*, *Centris (Centris) varia* e *Epicharis (Epicharana) flava* foram as espécies mais observadas, responsáveis por 21,05%, 18,68% e 11,58% das visitas, respectivamente (Tabela 3). Essas espécies, juntamente com *Centris (Centris) sp.*, *Centris (Centris) spilopoda* e *Centris (Ptilotopus) scopipes*, foram classificadas como muito frequentes.

Dezoito espécies de Centridini coletaram somente óleo, embora tenham sido observadas algumas espécies coletando pólen, além de óleo, como *Centris (Centris) varia*, *Centris (Centris) aenea* e *Epicharis sp.* Dentre as espécies da tribo Meliponini, foram observadas apenas *Melipona quadrifasciata*, *Trigona spp.* e *Tetragonisca angustula*, as quais coletavam pólen, tecido de botão floral ou raspavam as glândulas de óleo de flores que já haviam perdido suas pétalas. Apenas *Tetrapedia sp.* foi registrada para a tribo Tetrapediini e coletava somente óleo. Indivíduos de *Apis mellifera*, embora tenham sido observados com frequência na área do cultivo, não visitaram as flores de acerola e sim as espécies ruderais que crescem no interior do plantio.

Tabela 2. Riqueza de espécies das abelhas visitantes da acerola (*Malpighia emarginata*), observada na Fazenda Água Limpa, no período de outubro de 2005 à fevereiro de 2006. C= comportamento (PE- polinizador efetivo, PO- polinizador ocasional, PI- pilhador); R= recurso coletado (PO- pólen, OL- óleo, TB- tecido de botão) e sua distribuição no Brasil, segundo Silveira *et al.* (2002).

Abelhas	C	R	Distribuição
CENTRIDINI			
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier 1841	PE	PO/OL	BA, CE, MG, PB, RN, SP.
<i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	PE	OL	AP, BA, ES, MG, PB, SP.
<i>Centris (Centris) nitens</i> Lepeletier, 1841	PE	OL	BA, MG, PE, SP.
<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1848)	PE	PO/OL	MG, SP.
<i>Centris (Centris) sp.</i>	PE	OL	
<i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969	PE	OL	BA, MG, ES, PB.
<i>Centris (Melacentris) mocsaryi</i> riese 1899	PE	OL	DF, GO, MG, MT, SC, SP.
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith 1874	PE	OL	BA, CE, ES, MG, PB, RN, SP.
<i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier, 1841	PE	OL	BA, ES, MG, SP.
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	PE	OL	AM, BA, CE, MG, PB, SP.
<i>Centris (Ptilotopus) demudans</i> Lepeletier, 1841	PE	OL	MG, SP.
<i>Centris (Ptilotopus) scopipes</i> Friese, 1899	PE	OL	MG, SP.
<i>Centris (Trachina) longimana</i> Fabricius, 1804	PE	OL	AM, BA, ES, MG, SP.
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> (Friese 1900)	PE	OL	AC, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PB, PE, PR, RO, RS, SC, SP.
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1874	PE	OL	BA, ES, GO, MA, MG, MT, PB, PE, PI, SP.
<i>Epicharis (Epicharoides) albofasciata</i> Smith, 1874	PE	OL	AM, BA, ES, MG, MT, PA, SP, TO.
<i>Epicharis (Epicharoides) xanthogastra</i> Moure & Seabra, 1959	PE	OL	MG, MS, MT, PA, SP.
<i>Epicharis (Epicharitides) cockerelli</i> (Friese, 1900)	PE	OL	BA, DF, MG, MT, RO, SP.
<i>Epicharis (Hoplepicharis) affinis</i> Smith, 1874	PE	OL	AM, AP, BA, DF, ES, MG, MS, PA, RJ, SC, SP.
<i>Epicharis sp.</i>	PE	PO/OL	
<i>Epicharis (Triepicharis) analis</i> Lepeletier, 1841	PE	OL	AM, BA, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PR, RJ, RO, SP.
MELIPONINI			
<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	PO	PO	BA, ES, GO, MG, MS, PE, PR, RJ, RS, SC, SP.
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	PO	PO	AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RO, RS, SC, SP.
<i>Trigona spp.</i>	PO	PO/TB	
TETRAPEDIINI			
<i>Tetrapedia sp.</i>	PI	OL	

Tabela 3. Riqueza e frequência de ocorrência das abelhas Centridini visitantes da acerola (*Malpighia emarginata*), observadas na Fazenda Água Limpa, Uberlândia, MG, no período de outubro de 2005 à fevereiro de 2006. (MF= muito freqüente; F= freqüente; PF= pouco freqüente).

Abelhas	Nº de visitas	%	FO	Classificação
<i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	80	21,05	91,66	MF
<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1848)	71	18,68	75	MF
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> (Friese 1900)	44	11,58	66,66	MF
<i>Centris (Centris) sp.</i>	29	7,63	66,66	MF
<i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969	26	6,84	58,33	MF
<i>Centris (Ptilotopus) scopipes</i> Friese, 1899	26	6,84	50	MF
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier 1841	17	4,47	25	F
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1874	17	4,47	16,66	PF
<i>Centris (Trachina) longimana</i> Fabricius, 1804	16	4,21	33,33	F
<i>Centris (Melacentris) mocsaryi</i> Friese, 1899	11	2,89	25	F
<i>Epicharis (Hoplepicharis) affinis</i> Smith, 1874	9	2,37	25	F
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith 1874	9	2,37	16,66	PF
<i>Epicharis (Epicharoides) xanthogastra</i> Moure & Seabra, 1959	6	1,58	25	F
<i>Epicharis sp.</i>	4	1,05	16,66	PF
<i>Centris (Ptilotopus) denudans</i> Lepeletier, 1841	4	1,05	25	F
<i>Epicharis (Epicharoides) albofasciata</i> Smith, 1874	4	1,05	16,66	PF
<i>Centris (Centris) nitens</i> Lepeletier, 1841	3	0,79	25	F
<i>Epicharis (Triepicharis) analis</i> Lepeletier, 1841	1	0,26	8,33	PF
<i>Epicharis (Epicharitides) cockerelli</i> (Friese, 1900)	1	0,26	8,33	PF
<i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier, 1841	1	0,26	8,33	PF
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	1	0,26	8,33	PF
Total	380	100		

Um maior número de espécimes de Centridini foi verificado no período de outubro-novembro, sendo observado um total de 11,8 indivíduos por hora nesse primeiro período e 6,05 indivíduos por hora no segundo (janeiro-fevereiro) (Tabela 4). Do total de 21 espécies avistadas, 15 apareceram nos dois períodos, quatro somente no primeiro e duas somente no segundo. As abelhas que apresentaram uma maior variação nesses dois períodos foram *Centris (Centris) sp.*, *Centris (Centris) flavifrons*, *Centris (Ptilotopus) scopipes*, *Centris (Centris) spilopoda*, *Centris (Centris) varia* e *Epicharis (Epicharana) flava*, as quais representam importante papel na polinização da acerola (Figura 5).

Tabela 4. Espécies de Centridini observadas por hora, em dois períodos durante a floração (outubro/novembro- 2005 e janeiro/fevereiro- 2006) de *Malpighia emarginata*, na fazenda Água Limpa, Uberlândia, MG.

Espécies	Número indivíduos/hora Outubro-Novembro	Número indivíduos/hora Janeiro -Fevereiro
<i>Centris flavifrons</i>	3,11	0,25
<i>Centris varia</i>	2,09	1,27
<i>Epicharis flava</i>	1,19	0,96
<i>Centris sp.</i>	1,07	0,13
<i>Centris spilopoda</i>	1,07	0,00
<i>Centris scopipes</i>	1,02	0,06
<i>Centris aenea</i>	0,66	0,06
<i>Epicharis bicolor</i>	0,12	0,89
<i>Centris longimana</i>	0,12	0,83
<i>Centris mocsaryi</i>	0,33	0,19
<i>Epicharis affinis</i>	0,29	0,13
<i>Centris tarsata</i>	0,00	0,57
<i>Epicharis xanthogastra</i>	0,25	0,19
<i>Epicharis sp.</i>	0,08	0,13
<i>Centris denudans</i>	0,16	0,00
<i>Epicharis albofasciata</i>	0,04	0,19
<i>Centris nitens</i>	0,08	0,06
<i>Epicharis analis</i>	0,04	0,00
<i>Epicharis cockereli</i>	0,04	0,00
<i>Centris vittata</i>	0,00	0,06
<i>Centris analis</i>	0,04	0,06
Total	11,80	6,05

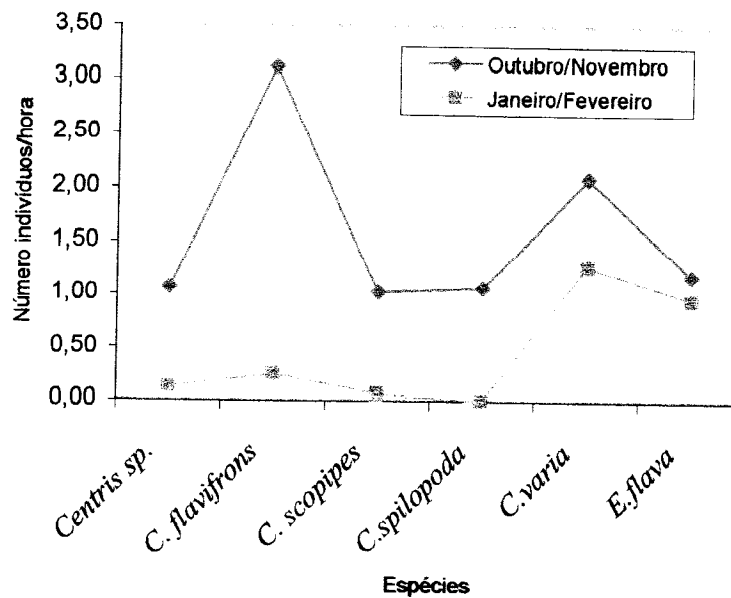


Figura 5. Variação no número de ocorrências de algumas espécies de Centridini na polinização da acerola, em dois períodos da floração (outubro/novembro- 2005 e janeiro/fevereiro- 2006) de *Malpighia emarginata*, na fazenda Água Limpa, Uberlândia, MG.

3.3 Comportamento de coleta

Para a coleta de óleo, as fêmeas da tribo Centridini agarram na base da pétala superior da flor com as mandíbulas e em movimentos alternados raspam os elaióforos com as pernas anteriores e medianas (Figura 6A). O óleo liberado é coletado em cerdas rígidas localizadas nos basitarsos I e II. Durante a coleta, a região ventral do corpo entra em contato com as anteras e estigmas (Figura 6B), fazendo com que ajam como polinizadores efetivos ao visitar flores de diversas plantas. Os indivíduos permanecem de um a três segundos em cada flor. Em vôo pairado perante a flor depois de uma ou várias coletas, a abelha passa todo o óleo das pernas anteriores e medianas para as pernas posteriores e assim, continua o vôo. Também foram observados pequenos indivíduos do gênero *Centris* apoiados nos galhos com a mandíbula passando toda a carga do corpo para as pernas posteriores. Para a coleta de pólen, as abelhas da tribo Centridini elevam as pernas posteriores (Figura 6C). As abelhas da tribo Meliponini foram observadas em flores que já haviam perdido suas pétalas, raspando tecido ou em botões florais fechados ou coletavam pólen em flores recém abertas, agindo como polinizadores ocasionais. As abelhas da tribo Tetrapediini também foram registradas coletando somente óleo nessas flores, porém não agem como polinizadores, uma vez que raspam os elaióforos, mas sem contato com as anteras e estigmas.

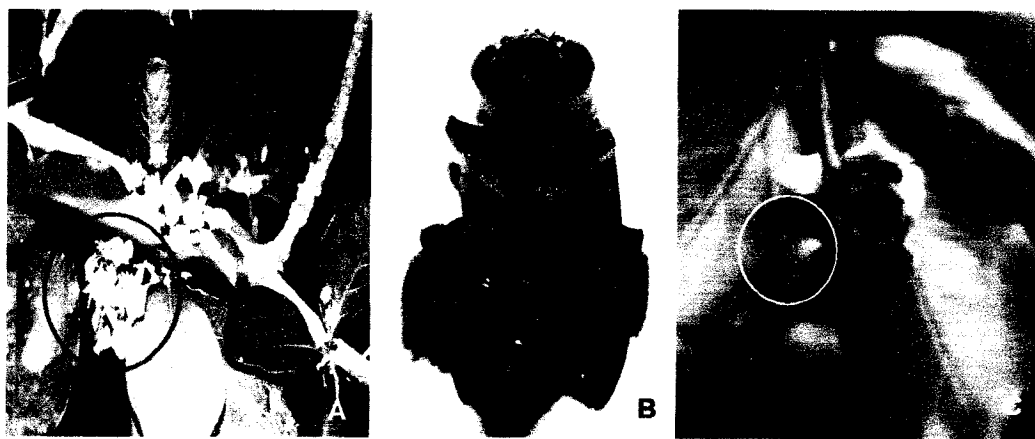


Figura 6. A- *Centris tarsata* coletando óleo; B- *Epicharis flava* com o ventre coberto de pólen; C- *Centris varia* coletando pólen. Fotos: Cláudia Inês da Silva.

3.4 Verificação das fontes de recursos alimentares utilizadas pelo visitante mais freqüente da acerola

Como *Centris flavifrons* (Figura 7A) foi a abelha mais freqüente na acerola, foi analisada a carga polínica de sete indivíduos dessa espécie, totalizando 21 lâminas, três de cada espécime. Foram encontrados 11 tipos polínicos (Tabela 5), distribuídos por espécies das seguintes famílias: Caesalpiaceae (2), Fabaceae (1), Malpighiaceae (5), Melastomataceae (1), Myrtaceae (1) e Solanaceae (1). Porém, o tipo polínico mais freqüente nas amostras foi o de *M. emarginata* (Figura 7C) (85,7%), planta identificada como fonte de óleo para essa espécie. Na seqüência, foram encontrados pólen de *Solanum lycocarpum* (Figura 7D) e *Byrsonima intermedia* (Figura 7B) (71,4% cada), Malpighiaceae sp1 (Figura 7F) e Myrtaceae sp1 (Figura 7E) (42,8% cada), Fabaceae sp1 e Caesalpiaceae sp1 (28,5% cada).

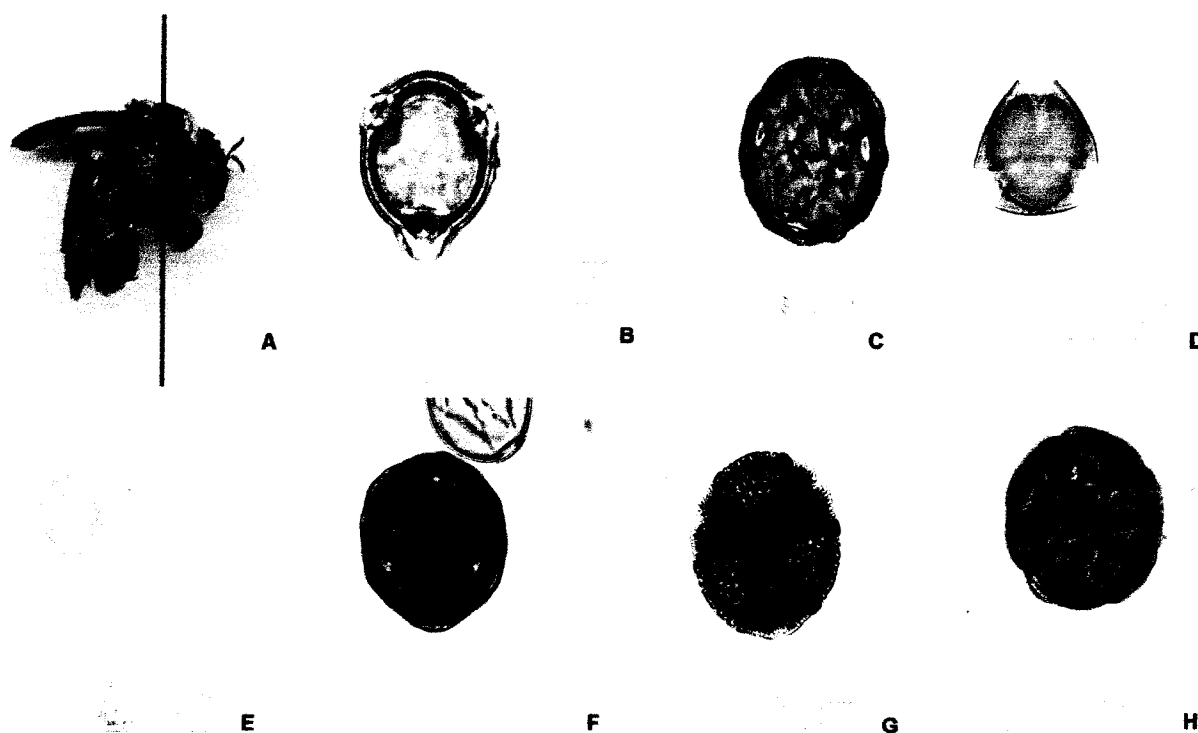


Figura 7. A- Espécime de *Centris (C.) flavifrons*; B- Pólen de *Byrsonima intermedia*; C- Pólen de *Malpighia emarginata*; D- Pólen de *Solanum lycocarpum*; E- Pólen de Myrtaceae; F- Pólen de Malpighiaceae sp1; G- Pólen indet; H- Pólen de *Banisteriopsis* sp1. Fotos: Cláudia Inês da Silva.

Tabela 5. Tipos polínicos encontrados no corpo de *Centris flavifrons* e sua frequência de ocorrência nas amostras (n=21). Espécimes de *C. flavifrons* coletados durante o mês de outubro – 2005. (MF= muito freqüente; F= freqüente; PF= pouco freqüente).

Tipos polínicos	FO	Classificação
Malpighiaceae/ <i>Malpighia emarginata</i>	85,7%	MF
Malpighiaceae/ <i>Byrsonima intermedia</i>	71,4%	MF
Solanaceae/ <i>Solanum lycocarpum</i>	71,4%	MF
Malpighiaceae sp1/ indet.	42,8%	F
Myrtaceae sp1/ indet.	42,8%	F
Fabaceae sp1/ indet.	28,5%	F
Caesalpinaceae sp1/ indet.	28,5%	F
Caesalpinaceae/ <i>Senna</i> sp1	14,2%	PF
Malpighiaceae/ <i>Banisteriopsis</i> sp1	14,2%	PF
Malpighiaceae/ <i>Byrsonima crassa</i>	14,2%	PF
Melastomataceae sp1/ indet.	14,2%	PF

4. DISCUSSÃO

A floração da acerola na região estudada se estende de outubro a março, período caracterizado por chuvas. A quantidade de picos de floração (seis) corrobora com os dados de Araújo & Minami (1994), que observaram de seis a oito períodos de florada. Martins *et al.* (1999) verificaram floração dessa planta o ano inteiro na região da caatinga, sendo mais intensa de dezembro a fevereiro.

O fato das flores apresentarem de cinco a dez elaióforos, pode ter relação com a possível co-evolução que os grupos Centridini e Malpighiaceae sofreram (Vogel 1990). Segundo esse autor, as abelhas coletoras de óleo das Américas, quando se agarram à pétala diferenciada, podem manipular somente quatro pares de glândulas laterais, sendo dois deles com as pernas posteriores, e dois com as pernas medianas. O par anterior-mediano de glândulas fica fora do alcance dessas

extremidades. Por conseguinte, muitos gêneros perderam suas glândulas na principal sépala. Carvalho *et al.* (2005) acreditam que a não funcionalidade de algumas glândulas decorrente da inutilização pelos polinizadores, pode ter possibilitado o aparecimento de morfos nas populações que não apresentam essas glândulas como um caráter adaptativo por gerar economia de recursos na produção de recompensa. Porém, estudos mais detalhados são necessários.

Apesar de um grande número de visitas das abelhas às flores, a taxa de frutificação obtida pela polinização natural variou de 0 a 34,48% observada durante o acompanhamento do desenvolvimento dos botões florais e uma média de 16,6% nos testes do sistema reprodutivo. Martins *et al.* (1999), quando estudaram a polinização da acerola na caatinga, obtiveram 53% de produção de frutos na polinização natural e Freitas *et al.* (1999), verificaram uma taxa de frutificação de 30% nessa polinização. No presente estudo, as maiores taxas de frutificação foram verificadas em indivíduos localizados em ruas mais abertas do plantio (26,5%; 32,5%; 34,48%; 23,81%), enquanto que os indivíduos localizados em ruas mais estreitas apresentaram uma baixa taxa de formação de frutos (0%; 15,62%; 4,17%). Talvez isso possa ser explicado pelo fato das abelhas conseguirem um melhor deslocamento em ruas mais largas, possibilitando assim a visita em vários indivíduos. Estas observações podem também explicar a grande variação da porcentagem de frutificação encontrada nos indivíduos observados no presente estudo.

Muitas espécies de abelhas visitaram as flores de acerola, sendo consideradas polinizadoras efetivas somente as espécies de Centridini. Das 63 espécies dessa tribo registradas no estado de Minas Gerais (Silveira *et al.* 2002), 21 espécies foram observadas visitando as flores de aceroleira, o que representa 33,3% da riqueza de espécies registradas no estado. No período de outubro-novembro, foi registrado quase o dobro do número de abelhas Centridini por hora comparando-se a janeiro-fevereiro, o que pode ser devido ao alto índice de precipitação verificado nesse último período. *Centris flavifrons* foi a espécie polinizadora mais freqüente, o que não foi observado por Freitas *et al.* (1999) que verificaram como mais eficiente polinizador *Centris tarsata*, pelo comportamento e freqüência. Embora *Centris tarsata* tenha nidificado nos ninhos-armadilha disponibilizados na área do cultivo, não foram registradas muitas visitas dessas abelhas nas flores de acerola.

O comportamento de coleta de óleos de receptáculos de flores velhas por *Trigona* spp., também observado por Freitas *et al.* (1999), no nordeste do Brasil, indica a utilização desses óleos para construção de ninho. Outras espécies da tribo Meliponini também foram registradas

nas flores coletando pólen, podendo agir ocasionalmente e não efetivamente como polinizadores, diferentemente do que foi apresentado por Martins *et al.* (1999), que consideraram os meliponíneos principais agentes polinizadores da aceroleira na caatinga. As abelhas *Apis mellifera*, apesar de muito generalistas, não visitaram as flores de acerola, corroborando observações feitas por Ribeiro (2000).

Trabalhos que visam polinização aplicada devem abranger estudos sobre a biologia dos polinizadores, o que inclui os hábitos de nidificação e fontes de recursos utilizadas. A maioria das abelhas da tribo Centridini observadas visitando as flores da aceroleira, tanto do gênero *Centris* como de *Epicharis*, nidificam no solo. No entanto, alguns subgêneros de *Centris*, quais sejam *Hemisiella*, *Heterocentris* e *Xanthemisia*, constroem seus ninhos em cavidades pré-existentes (Coville *et al.* 1983; Coville *et al.* 1986; Frankie *et al.* 1988; Frankie *et al.* 1993). Das espécies verificadas na área do plantio, *Centris tarsata*, *Centris analis* e *Centris vittata* podem nidificar em ninhos-armadilha (Garófalo *et al.* 2004). Espécies solitárias e que nidificam em cavidades pré-existentes como *Osmia lignaria pronpiqua* (Megachilidae) e *Megachile rotundata* (Megachilidae) são vastamente usadas e manejadas para a polinização da maçã (*Malus domestica*) e da alfafa (*Medicago sativa*), respectivamente, e seu comércio acumula milhões de dólares por ano (Freitas *et al.* 2006). Dados para *Xylocopa*, *Centris*, *Megachile*, *Anthidiini* e *Tetrapedia* também são promissores, pois estas já nidificam em sítios artificiais e podem potencialmente serem manejadas para atingir grandes populações para uso na polinização (Freitas *et al.* 2006).

Em relação às abelhas que nidificam no solo, mais difíceis de serem manejadas, a manutenção de áreas com solo arenoso, pobre em nutrientes, no entorno dos plantios, pode facilitar a ocorrência de nidificação e aumento das populações destas espécies, porém raramente produzem ninhos por muitos anos. Assim, o agricultor deve manejar a cultura (tendo cuidado com combate de inseticidas, por exemplo) e a paisagem do entorno, já que os ninhos dessas abelhas não podem ser movidos (Freitas *et al.* 2006). Além disso, é improvável ou seguramente demorada a colonização de abelhas em sítios criados para nidificação (Freitas *et al.* 2006).

O conhecimento das fontes de recursos utilizadas pelas abelhas polinizadoras da aceroleira é de extrema importância, uma vez que permite analisar quais plantas podem estar associadas ao plantio, para o fornecimento de outros recursos que não óleo e quais podem estar competindo por polinizadores com a planta cultivada. *Solanum lycocarpum* e *Byrsonima*

intermedia se configuram como importantes fontes de recursos alimentares para os Centridini, sendo as duas fontes de pólen e apenas a segunda fonte também de óleo. *Byrsonima intermedia* foi a única espécie de Malpighiaceae visitada por *Centris flavifrons* na Estação Ecológica de Jataí (Luís Antônio, SP), onde essa planta foi utilizada como fonte de recurso para 43,5% das espécies de *Centris* e para 92,8% das espécies de *Epicharis* (Gaglianone 2003). A lobeira (*Solanum lycocarpum*, Solanaceae) pode estar consorciada à culturas de aceroleira em área de Cerrado, uma vez que se estabelece como uma importante fonte de pólen para as abelhas Centridini. Sistemas de consórcio já estão sendo estudados. Um deles, proposto por Freitas & Pereira (2004), utiliza a aceroleira (*M. emarginata*) em consórcio com o caju selvagem (*Anacardium occidentale*) em áreas costeiras do estado do Ceará, proporcionando um incremento na população de abelhas *Centris* para coleta de óleo, uma vez que o caju fornece néctar às abelhas visitantes. Freitas (1997), Freitas & Paxton (1998) e Freitas *et al.* (2002) sugerem que as abelhas do gênero *Centris*, particularmente *Centris tarsata*, são eficientes polinizadoras do caju selvagem.

Conclui-se que apenas as abelhas Centridini são polinizadoras efetivas de *M. emarginata* e, para que sejam mantidas nos arredores do cultivo, recomenda-se ao produtor utilizar fontes de recursos florais complementares, como *Solanum lycocarpum*; investir na conservação de áreas naturais (a fim de manter populações naturais); evitar o uso de pesticidas durante a floração; manejar plantas ruderais onde necessário; prover locais para nidificação (bambus de vários diâmetros) e não manejar o solo com práticas que incluem o uso de fertilizantes sintéticos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

- Aguiar, C.M.L. & M.C. Gaglianone. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris aenea*) Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Rev. Bras. Zool. 20: 601-606.
- Aguiar, C.M.L. & C.A. Garófalo. 2004. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Rev. Bras. Zool. 21: 477-486.
- Alves-dos-Santos, I., G.A.R. Melo & J.G. Rozen. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). Am. Mus. Novitates. 3377: 1-45.
- Alves-dos-Santos, I., S.R.C. Naxara & E.F.L.R.A. Patrício. 2006. Notes on the morphology of *Tetrapedia diversipes* Klug 1810 (Tetrapediini, Apidae), na oil-collecting bee. Braz. J. morphol. Sci. 23: 425-430.
- Anderson, W.R. 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. Biotropica. 11: 219±223.
- Anderson, W.R. 1990. The origin of the Malpighiaceae ± the evidence from morphology. Memoirs of the New York Botanical Garden 64: 219±224.
- Araújo, P.S.R. De & K. Minami. 1994. Acerola. Campinas: Fundação Cargill. 8p.
- Asenjo, C.F. 1980. Acerola. In: NAGY, S. & P.E. SHAW. Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses. Westport: AVI. 341-374.
- Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. Ann. Rev. Ecol. Syst. 18: 343-69.

¹ Normas da Revista Neotropical Entomology

- Buschini, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie*, 37: p. 58-66.
- Camargo, J.M.F. & M. Mazucato. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto. São Paulo.
- Carvalho, P.D., E.L. Borba & A.M. Lucchese. 2005. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae). *Acta bot. bras.* 19: 209-214.
- Cocucci, A.A. 1991. Pollination biology of *Nierembergia* (Solanaceae). *Plant. System. Evol.* 174: 17-35.
- Cocucci, A.A. & S. Vogel. 2001. Oil-producing flowers of *Sisyrinchium* species (Iridaceae) and their pollinators in southern South America. *Flora.* 196: 26-46.
- Coville, R.E., G.W. Frankie & S.B. Vinson. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. *J. Kans. Entomol. Soc.* 56: 109-122.
- Coville, R.E., G.W. Frankie, S.L. Buchman, S.B. Vinson & H.J. Williams. 1986. Nesting and male behavior of *Centris heithausi* in Costa Rica (Hymenoptera: Anthophoridae) with chemical analysis of the hind leg glands of males. *J. Kans. Entomol. Soc.* 59: 325-336.
- Erdtman, G. 1960. Angiosperms (An introduction to palynology. I). Pollen Morphology and Plant Taxonomy. The Chronica Botanica CO.: Waltham, Mass., U.S.A.
- F.A.O. 2004a. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture- the international response. In: Freitas, B.M. & J.O.P. Pereira (eds). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza.

- F.A.O. 2004b. Relatório técnico financeiro referente à Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP) no âmbito do Projeto FAO (nº EP/GLO/301/GEF) “Conservação e Manejo de Polinizadores para a Agricultura Sustentável através de uma Abordagem Ecológica” Período: Abril a Outubro.
- Frankie, G.W., W.A. Haber, P.A. Opler & K.S. Bawa. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones, C.E. R.J. Little (eds.) Handbook of experimental pollination biology. 411-447.
- Frankie, G.W., S.B. Vinson, L.E. Newstrom & J.F. Barthell. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in Costa Rican dry forest. *Biotropica*. 20: 301-310.
- Frankie, G.W., L.E. Newstrom & S.B. Vinson. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bee species in Costa Rican dry forest. *Biotropica*. 25: 322-333.
- 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. & R.J. Paxton. 1998. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. *Journal of Applied Ecology*. 35: 109-121.
- Freitas, B.M., J.E. Alves, G.F. Brandão & Z.B. Araújo. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 133: 303-311.
- Freitas, B.M., R.J. Paxton & J.P. Holanda-Neto. 2002. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil. In: Kevan, P.G. & V.L. Imperatriz-Fonseca (eds.). *Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature*. Brasília. Ministry of Environment, Brazil. 229-244.

- Freitas, B.M. & J.O.P. Pereira. 2004. Crop consortium to improve pollination: can West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) attract *Centris* bees to pollinate cashew (*Anacardium occidentale*)? In: Freitas, B.M. & J.O.P. Pereira (eds.). Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination. Fortaleza, CE. 193-201.
- Freitas, B.M., C.F. Martins, C.P. Schlindwein, D. Wittman, I. Alves-Dos-Santos, J.H. Cane, M.F. Ribeiro & M.C. Gaglianone. 2006. Bee management for pollination purposes – Bumble Bees and Solitary Bees. In: Imperatriz-Fonseca, V.L., A.M. Saraiva & D. De Jong (eds.). Bee as pollinators in Brazil – assessing the status and suggesting best practices. Ribeirão Preto: Holos Editora. 55-62.
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In: Melo, G.A.R. & I. Alves-Dos-Santos. Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESCO, Criciúma. 279-284.
- Gaglianone, M.C. 2005. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. Stud. Neotrop. Fauna Env. 40: 191-200.
- Garófalo, C.A., C.F. Martins & I. Alves-Dos-Santos. 2004. The brazilian solitary bee species caught in trap nests. In: Freitas, B.M. & J.O.P. Pereira (eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária. Fortaleza. 77-84.
- Gazola A.L. & C.A. Garófalo. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera, Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). J. Kan. Entomol. Soc. 76: 131-142.
- Gomes, J.E., M.C.M.D. Pavani, D. Perecin & A.B.G. Martins. 2001. Morfologia floral e biologia reprodutiva de genótipos de aceroleira. Scientia Agricola. 58: 519-523.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1996. Senso Agropecuário. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatística/economia/agropecuário/censoagro/35/d35_t10.shtm>. Acesso em: 20 nov 2000.
- International Board Plant Genetic Resources (Rome, Italy). 1986. *Malpighia emarginata* (Acerola). In: International Board For Plant Genetic Resources (Rome, Italy). Genetic resources of tropical and subtropical fruits and nuts (excluding musa). Rome. 52-54.
- Joly, A.B. 1977. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 4ª ed. 413p.
- Kenmore, P. & R. Krell. 1998. Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management. In: International Workshop on Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with Emphasis on Bees. São Paulo, Brasil.
- Mabberley, D.J. 1993. The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants. New York: Cambridge University Press. 4ª ed.
- Machado, I.C., S. Vogel, & A.V. Lopes. 2002. Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by long-legged oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Biology*.
- Martins, C.G.M., M.C.A. Lorenzon & J.L. Baptista. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. *Caatinga*. Mossoró, RN. 12: 55-59.
- Miyashita, R.K., H.Y. Nakasone & C.H. Lamoureux. 1964. Reproductive morphology of acerola (*Malpighia glabra* L.). Hawaii Agricultural Experimental Station, Technical Bulletin. Honolulu, Hawaii. n. 63.
- Neff, J.L. & B.B. Simpson. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function and use in systematics. *J. Kans. Entomol. Soc.* 54: 95-123.

- Ribeiro, A.M.F. 2000. Polinização e uso de atrativos e repelentes para *Apis mellifera* L. em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), girassol (*Helianthus annuus* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e soja (*Glycine max* Merrill). Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, FCVA- UNESP. 63p.
- Ritzinger, R., L.C.V. Silva & M.G.V. Alves. 2004. Polinização da aceroleira. *Acerola em foco*. Embrapa. Cruz das Almas, BA. n. 7.
- Rozen Jr., J.G. & S.L. Buchmann. 1990. Nesting biology and immature stages of the bees *Centris caesalpiniae*, *C. pallida*, and the cleptoparasite *Ericrocis lata* (Hymenoptera: Apoidea: Anthophoridae). *Am. Mus. Nov.* 2985: 30p.
- Sazima, M. & I. Sazima. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. *Botanica Acta.* 102: 106-111.
- Sch lindwein, C. & C.F. Martins. 2000. Competition between the oligoletic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae). *Plant. Syst. Evol.* 224: 183-194.
- Sérsic, A.N. 1991. Observaciones sobre el mecanismo floral de *Calceolaria* (Scrophulariaceae). *Kurtziana.* 21: 153-154.
- Silveira, F.A., G.A.R. Melo & E.A.B. 2002. Almeida. *Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação*. Belo Horizonte. 1ª ed. 253p.
- Simpson, B.B., J.L. Neff & D. Seigler. 1977. *Krameria*, free fatty acids and oil-collecting bees. *Nature.* 267: 150-151.
- Simpson, B.B., J.L. Neff & G. Dieringer. 1990. The production of floral oils by *Monttea* (Schrophulariaceae) and the function of tarsal pads in *Centris* bees. *Pl. Syst. Evol.* 173: 209-222.

- Teixeira, L.A.G. & I.C. Machado. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 15: 1-12.
- Thiele, R. 2005. Phenology and nest site preferences of nesting bees in a Neotropical lowland rain Forest. *Stud. Neotrop. Fauna Env.* 40: 39-48.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Trop. Subtrop. Pflanzenwelt*. 7: 285-547.
- Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 55: 130-142.
- Vogel, S. & I.C.S. Machado. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE Brazil. *Pl. System. Evol.* 178: 153-178.
- Vogel, S. & A. Cocucci. 1995. Pollination of *Basistemon* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in Argentina. *Flora*. 190: 353-363.
- Yamane, G.M. & H.H. Nakasone. 1961. Pollination and fruit set studies of acerola *Malpighia glabra* L. in Hawaii. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 78:141-148.