

IMPORTÂNCIA DE CENTRIDINI (APIDAE) NA POLINIZAÇÃO DE PLANTAS DE INTERESSE AGRÍCOLA: O MARACUJÁ-DOCE (*Passiflora alata* CURTIS) COMO ESTUDO DE CASO NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

Maria Cristina Gaglianone ^{1,*}, Hugo Henrique Salgado Rocha ², Cristine Rodrigues Benevides ¹, Camila Nonato Junqueira ² & Solange Cristina Augusto ²

¹Laboratório de Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Av. Alberto Lamego, 2000. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. 28013-602

²Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. R. Ceará, S/N, Umuarama. Caixa Postal: 593. Uberlândia, MG, Brasil. CEP: 38402-018.

E-mails: mcrisgag@uenf.br, hsracha12@hotmail.com, crisbenevides@yahoo.com.br, camilanj@hotmail.com, scaugusto@umuarama.ufu.br

RESUMO

As abelhas Centridini são conhecidas pelas interações com flores produtoras de óleos, principalmente da família Malpighiaceae, e também pela ação como polinizadores de flores de pólen e néctar. No entanto, as informações sobre a importância das Centridini na polinização de plantas agrícolas no Brasil são ainda escassas e fragmentadas. Este trabalho visa contribuir para diminuir esta lacuna, apresentando dados obtidos em culturas de maracujazeiro-doce nos estados de MG e RJ e discutindo possibilidades de manutenção destas abelhas nativas nas áreas agrícolas. As flores do maracujazeiro-doce são hermafroditas, tipicamente melitófilas, autoincompatíveis, e necessitam de polinizadores de grande porte, capazes de promover a transferência nototribica de pólen. Das 19 espécies de abelhas consideradas polinizadoras de *P. alata* neste trabalho, 13 pertencem à tribo Centridini. Esta riqueza de espécies foi particularmente alta em Uberlândia, próximo a áreas de cerrado. As visitas por estas abelhas corresponderam a 44-49% do total observado, sendo *Epicharis flava* o polinizador mais freqüente nos dois locais de estudo. Espécies de *Eulaema*, *Bombus* (Apini) e *Xylocopa* (Xylocopini) também foram consideradas polinizadores potenciais. A antese teve início a partir das 5h e um maior número de visitas do polinizador mais freqüente ocorreu entre 7h e 11h. A presença de abelhas Centridini em áreas de cultivo é facilitada pelos seus hábitos de nidificação, frequentemente no solo em áreas expostas. Entretanto, a necessidade de outros recursos específicos, como óleos florais, implica na dependência de plantas que podem estar presentes somente nos fragmentos de vegetação nativa ou em vegetação secundária próxima às áreas de cultivo. A manutenção das populações destes polinizadores, portanto, está relacionada ao correto manejo da paisagem. Atualmente tentativas de criação de abelhas polinizadoras estão restritas a espécies que nidificam em cavidades preexistentes, através da utilização de ninhos-iscas. Para espécies que nidificam no chão, a preservação do solo em áreas nativas e recuperação de áreas degradadas também podem ser essenciais para a manutenção ou instalação de áreas de agregação de ninhos.

Palavras-chave: Abelhas de óleo; *Centris*; Cerrado; *Epicharis*; Mata Atlântica.

ABSTRACT

IMPORTANCE OF CENTRIDINI (APIDAE) IN POLLINATION OF AGRICULTURAL PLANTS: THE PASSION-FRUIT (*Passiflora alata* CURTIS) AS A CASE STUDY IN SOUTHEAST BRAZIL. Centridini bees are known for their interactions with oil producing flowers, mainly from the Malpighiaceae family. Centridini are also known for their pollination of nectar and pollen flowers. However, information about the importance of Centridini in the pollination of agricultural plants is still scarce and fragmented in Brazil. The current study aims to 1) contribute to the reduction of this gap by presenting data obtained from passion-fruit cultures in the states of Minas Gerais and Rio de Janeiro, and 2) discuss the possibilities of maintaining these native bees in agricultural areas. The flowers of passion-fruit are hermaphroditic, typically melitophyle,

auto-incompatible and require large size pollinators, capable of promoting the nototribic transfer of pollen. Of the 19 bee species considered pollinators of *P. alata* in this study, 13 belong to the tribe Centridini. Species richness was particularly high in Uberlândia, close to Cerrado areas. Flower visits by these bees corresponded to 44-49% of the observed total. *Epicharis flava* was the most frequent pollinator in both study sites. Species of *Eulaema*, *Bombus* (Apini) and *Xylocopa* (Xylocopini) were also considered potential pollinators. Anthesis began at 5h and pollinator visits were more frequent between 7h and 11h. The presence of Centridini bees in the cultivation area is facilitated by their nesting habits, frequently on bare areas on the ground. However, the necessity of other specific resources, such as floral oils, creates a dependence of plants that can be present only in native vegetation fragments or in secondary vegetation situated close to the cultivation areas. Therefore, the maintenance of populations of these pollinators is related to the proper management of the landscape. Currently, attempts to breed pollinator bees are restricted to species that nest in pre-existing cavities, by supplying bait-nests. Soil preservation in native areas and the recovery of degraded areas may be essential for the maintenance or settlement of bee species that nest on the ground.

Key-words: Oil bees; *Centris*; Cerrado; *Epicharis*; Atlantic forest.

RESUMEN

IMPORTANCIA DE CENTRIDINI (APIDAE) EN LA POLINIZACIÓN DE PLANTAS DE INTERÉS AGRÍCOLA: EL MARACUYÁ DULCE (*Passiflora alata* CURTIS) COMO ESTUDIO DE CASO EN LA REGIÓN SUDESTE DE BRASIL.

Las abejas Centridini son conocidas por las interacciones con flores productoras de aceites, principalmente de la familia Malpighiaceae, y también por la acción como polinizadores de flores de polen y néctar. Sin embargo, la información sobre la importancia de las Centridini en la polinización de plantas agrícolas en Brasil es aun escasa y fragmentada. Este trabajo busca disminuir esta laguna de información, presentando datos obtenidos en cultivos de maracuyá dulce en los estados de Minas Gerais y Rio de Janeiro, discutiendo posibilidades de mantenimiento de estas abejas nativas en las áreas agrícolas. Las flores del maracuyá dulce son hermafroditas, típicamente melitófilas, autoincompatibles, y necesitan de polinizadores grandes, capaces de promover la transferencia nototribica del polen. De las 19 especies de abejas consideradas polinizadoras de *P. alata* en este trabajo, 13 pertenecen a la tribu Centridini. Esta riqueza de especies fue particularmente alta en Uberlândia, área cercana al Cerrado. Las visitas de estas abejas correspondieron a 44-49% del total observado, siendo *Epicharis flava* el polinizador más frecuente en los dos lugares de estudio. Especies de *Eulaema*, *Bombus* (Apini) y *Xylocopa* (Xylocopini) también fueron consideradas polinizadores potenciales. La antese inició a partir de las 05:00 y un mayor número de visitas del polinizador más frecuente ocurrió entre 07:00 y 11:00. La presencia de abejas Centridini en áreas de cultivo es facilitada por sus hábitos de nidificación, frecuentemente en el suelo de áreas expuestas. Sin embargo, la necesidad de otros recursos específicos, como aceites florales, implica la dependencia de plantas que pueden estar presentes solamente en los fragmentos de vegetación nativa o en vegetación secundaria próxima a las áreas de cultivo. El mantenimiento de las poblaciones de estos polinizadores, por lo tanto, está relacionado al correcto manejo del paisaje. Actualmente tentativas de cría de abejas polinizadoras están restringidas a especies que nidifican en cavidades preexistentes, a través de la utilización de nidos-señuelo. Para las especies que nidifican en el suelo, la preservación del suelo en áreas nativas y la recuperación de áreas degradadas también pueden ser esenciales para el mantenimiento e instalación de áreas de agregación de nidos.

Palabras clave: Abejas oleoginosas; *Centris*; Cerrado; *Epicharis*; Mata Atlántica.

INTRODUÇÃO

Para garantir serviços de polinizadores em ecossistemas agrícolas, é importante identificar práticas de manejo que minimizem o efeito das alterações ambientais sobre as fontes alimentares

desses polinizadores e sobre os locais de nidificação. Em 2000 foi implantada a Iniciativa Internacional de Polinizadores visando, entre outras ações, promover a conservação e uso sustentado de polinizadores. O Brasil implantou em 2002 a Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP) e desde então, houve um aumento

no interesse de se ampliar o conhecimento sobre as abelhas e os serviços ambientais prestados por estes insetos. Dessa forma, conhecer as comunidades de abelhas em áreas cultivadas e no entorno dos cultivos passou a ser uma necessidade para elaborar planos de manejo que levem em consideração a conservação dos polinizadores autóctones (FAO 2004).

As abelhas Centridini têm distribuição no continente americano e apresentam hábito de nidificação solitário, com a escavação dos ninhos em variados substratos como solo, madeira ou termiteiros, ou ainda utilizam cavidades preexistentes (Coville *et al.* 1983, Gaglianone 2005). No Brasil, há uma grande representatividade dessas abelhas, em número de espécies e de indivíduos, em áreas abertas de cerrado (Pedro 1994, Silveira & Campos 1995) e restingas costeiras (Ramalho & Silva 2002), bem como em fitofisionomias florestais (Gaglianone 2006).

Espécies de *Centris* e *Epicharis*, na sua maioria, são coletoras de óleos florais, um recurso produzido por espécies de poucas famílias de plantas e utilizado na alimentação larval e na construção de ninhos (veja revisão em Alves-dos-Santos *et al.* 2007). Para muitas plantas produtoras de óleos florais, as abelhas Centridini foram consideradas os principais polinizadores (Rego & Albuquerque 1989, Teixeira & Machado 2000, Machado 2004). Particularmente, interações destas abelhas com flores de Malpighiaceae foram relatadas em diversos estudos, enfocando adaptações morfológicas das abelhas e relações evolutivas entre os dois grupos (Vogel 1974, Gaglianone 2001a) ou ainda relações ecológicas entre abelhas e flores (Sigrist & Sazima 2004).

O papel de Centridini na polinização, entretanto, não se restringe às flores produtoras de óleos florais. Plantas de diferentes famílias, tais como Lecythidaceae, Bignoniaceae, Leguminosae-Faboidae e Sterculiaceae são fontes importantes de néctar para fêmeas e machos de Centridini em áreas de vegetação nativa, enquanto Solanaceae, Malpighiaceae, Leguminosae-Caesalpinoidea fornecem pólen (Teixeira & Machado 2000, Aguiar & Gaglianone 2003, Aguiar *et al.* 2003, Aguiar & Gaglianone 2008). Em vários casos, foi comprovada a efetiva polinização durante as visitas às flores.

Entretanto, apesar do avanço no conhecimento sobre as interações entre abelhas e plantas, os estudos em diversas regiões no Brasil ainda são escassos.

Mesmo quando se trata de espécies de interesse econômico, o conhecimento é limitado, de modo que, até há pouco tempo só as abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) eram consideradas de importância para a polinização. Este panorama tem sido modificado pelo grande esforço no sentido de ampliar o conhecimento visando à conservação e uso sustentável de polinizadores na agricultura (Klein *et al.* 2003, Chacoff & Aizen 2006). Neste contexto, abelhas Centridini foram reconhecidas como os principais polinizadores de acerola, *Malpighia emarginata* DC. (Freitas *et al.* 1999, Vilhena & Augusto 2007) e murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (Rego *et al.* 2006), duas espécies de Malpighiaceae com importância na produção regional de frutas em diversos estados no Brasil. Dentre as espécies de plantas cultivadas não produtoras de óleos florais, o caju, *Anacardium occidentale* L. foi indicado como tendo polinização por *Centris* (Freitas & Paxton 1998).

O maracujá-doce, *Passiflora alata* Curtis, apesar da menor representatividade comercial quando comparado com o maracujá-amarelo, possui elevada cotação no mercado de frutas frescas, podendo também ser utilizado como planta ornamental, devido as suas flores grandes e vistosas (Vasconcelos & Cereda 1994). O maracujazeiro-doce apresenta auto-incompatibilidade e depende diretamente de agentes bióticos para o fluxo de pólen entre os indivíduos (Varassin & Silva 1999). A indicação de espécies de Centridini, dentre outras abelhas, na polinização do maracujá-doce foi feita anteriormente em estudos realizados em áreas de floresta semidecídua (Koschnitzke & Sazima 1997), restinga (Varassin *et al.* 2001) e em plantios na região subtropical (Melo *et al.* 2006).

Este trabalho visa discutir a importância das abelhas Centridini na polinização do maracujazeiro-doce em áreas de cultivo nos estados de MG e RJ.

MATERIAL & MÉTODOS

ÁREAS DE ESTUDO

Os dados sobre polinizadores do maracujá-doce foram obtidos em áreas de plantio em Uberlândia (MG, 18°59'17"S e 48°14'35"W) e São Francisco do Itabapoana (RJ, 21°20'77"S, 41°07'10"W). Nas duas regiões, as observações foram realizadas em

pequenos plantios de aproximadamente 1 ha. Em Uberlândia, o plantio distava 4km do remanescente de vegetação natural mais próximo, a Reserva Vegetal do Clube Caça e Pesca Itororó (CCPIU). A reserva possui no total 127 ha, com o predomínio de vegetação de Cerrado sentido restrito, sobre outros tipos fisionômicos como mata mesófila, mata de galeria e vereda. As observações foram realizadas no período de janeiro a maio de 2006. No RJ, a área florestada mais próxima estava a cerca de 2km, um fragmento de 35ha de floresta estacional semidecidual sobre tabuleiro, e as observações foram feitas em agosto de 2005. No entorno do plantio predominava pasto. De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima nas regiões de estudo é classificado como Aw, com duas estações bem definidas: uma seca (abril-setembro) e outra chuvosa (outubro-março) com as temperaturas médias mais baixas no período seco (inverno) e as mais altas no úmido (verão) (Rosa *et al.* 1991). A precipitação média na região estudada no RJ foi de 1023mm anuais, enquanto que em MG foi de 1515mm.

Inventários da melitofauna em fragmentos de vegetação nativa estão disponíveis para o cerrado em Uberlândia (Carvalho & Bego 1996, Mesquita 2009) e somente parcialmente para a floresta sobre tabuleiro em São Francisco do Itabapoana (Gaglianone 2006, Aguiar & Gaglianone 2008). A partir dos dados obtidos nos levantamentos feitos na região e estudos feitos por Augusto e colaboradores (dados não publicados), foram amostradas, até o momento, 39 espécies de Centridini na região do Triângulo Mineiro, das 63 espécies registradas no estado de Minas Gerais (Silveira *et al.* 2002), o que representa aproximadamente 60%. Já em fragmentos de floresta estacional sobre tabuleiros no norte do estado do RJ, foram amostradas até o momento 18 espécies desta tribo (Gaglianone 2006).

BIOLOGIA FLORAL E FREQUÊNCIA DE VISITAS

Botões em pré-antese foram ensacados para se verificar o horário de abertura floral (n=40 flores), horário da disponibilidade de grãos de pólen (n=20 flores) e duração da flor (n=10 flores). A abertura floral foi considerada completa no momento em que ocorreu a distensão completa do perianto, presença de odor e de recursos florais (grãos de pólen expostos

e néctar secretado). O horário da disponibilidade do pólen foi definido a partir do momento em que se pode observar a abertura das fendas longitudinais e exposição dos grãos. A viabilidade polínica foi verificada através da coloração do citoplasma com carmim acético 2% (Radford *et al.* 1974) em 10 flores previamente ensacadas. Testes de autopolinização foram realizados isolando-se individualmente botões em pré-antese, com sacos de filó, que permaneceram até a queda das flores.

A frequência de visitas foi estimada, a cada dia de observações, pela contagem de visitantes sobre as flores durante trajetos percorridos pelo pesquisador entre as fileiras de cultivo, em intervalos de uma hora, entre 7h e 16h. No RJ, foram feitas observações focais em 5 flores, também em intervalo de hora. As espécies de abelhas visitantes foram identificadas como polinizadoras ou pilhadoras, de acordo com o comportamento e frequência de visitas.

Para verificar a suficiência na amostragem foi gerada uma curva de rarefação, utilizando-se o programa EstimateS 8 (Colwell 2006). O programa gera 1000 curvas de acumulação de espécies aleatorizando a ordem das amostras; assim, cada ponto da curva corresponde à média de riqueza acumulada nas 1000 curvas e está associado a um desvio-padrão. Para verificar a riqueza de espécies, foram também utilizados os estimadores não paramétricos Ice mean, Chao 1, Jack1 e Jack 2. As maiores estimativas de riqueza geradas foram utilizadas como parâmetro para se verificar quanto o número real de espécies coletadas representou do valor estimado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BIOLOGIA FLORAL, FREQUÊNCIA E COMPORTAMENTO DOS VISITANTES FLORAIS

A abertura floral teve início a partir das 5:00 horas nas duas regiões estudadas e neste momento as flores ainda não apresentavam néctar. A deiscência longitudinal das anteras ocorria aproximadamente 60 minutos após o início da abertura floral, momento em que as flores também começavam a secretar néctar e a liberar um odor adocicado. Análises realizadas por Varassin *et al.* (2001) sugeriram que as fragrâncias florais em *P. alata* têm grande importância na atração dos polinizadores, possivelmente maior do que a

atração visual. A deflexão total dos estigmas foi verificada entre 60 e 90 minutos após o início da abertura floral, período anterior ao horário de maior visitação das abelhas (Figura 1). Foi observado um alto percentual de viabilidade polínica (90,3%) e testes de autopolinização indicaram autoincompatibilidade (nenhum fruto formado a partir de 40 flores ensacadas em MG e 20 flores no RJ), corroborando estudos anteriores (Varassin *et al.* 2001). O principal recurso coletado era o néctar, embora pólen tenha sido também procurado por pilhadores.

Os visitantes florais foram abelhas das famílias Apidae e Halictidae, totalizando pelo menos 28

espécies nas duas áreas estudadas (Tabela 1). Apesar da alta riqueza de espécies observada em MG, a curva de acumulação gerada mostrou que as amostragens não alcançaram a assíntota. Dentre os estimadores utilizados, a maior estimativa de riqueza (Jack 2) sugere que 78% das espécies teriam sido amostradas (Figura 2). Comparando-se com a lista de espécies de Centridini conhecidas para o Triângulo Mineiro, 33,3% foi amostrada nas flores do maracujá-doce, o que sugere que as flores de *P. alata* sejam um recurso importante para abelhas Centridini nesta região. Esta porcentagem foi muito menor na área estudada no RJ (somente uma dentre as 18 espécies conhecidas para

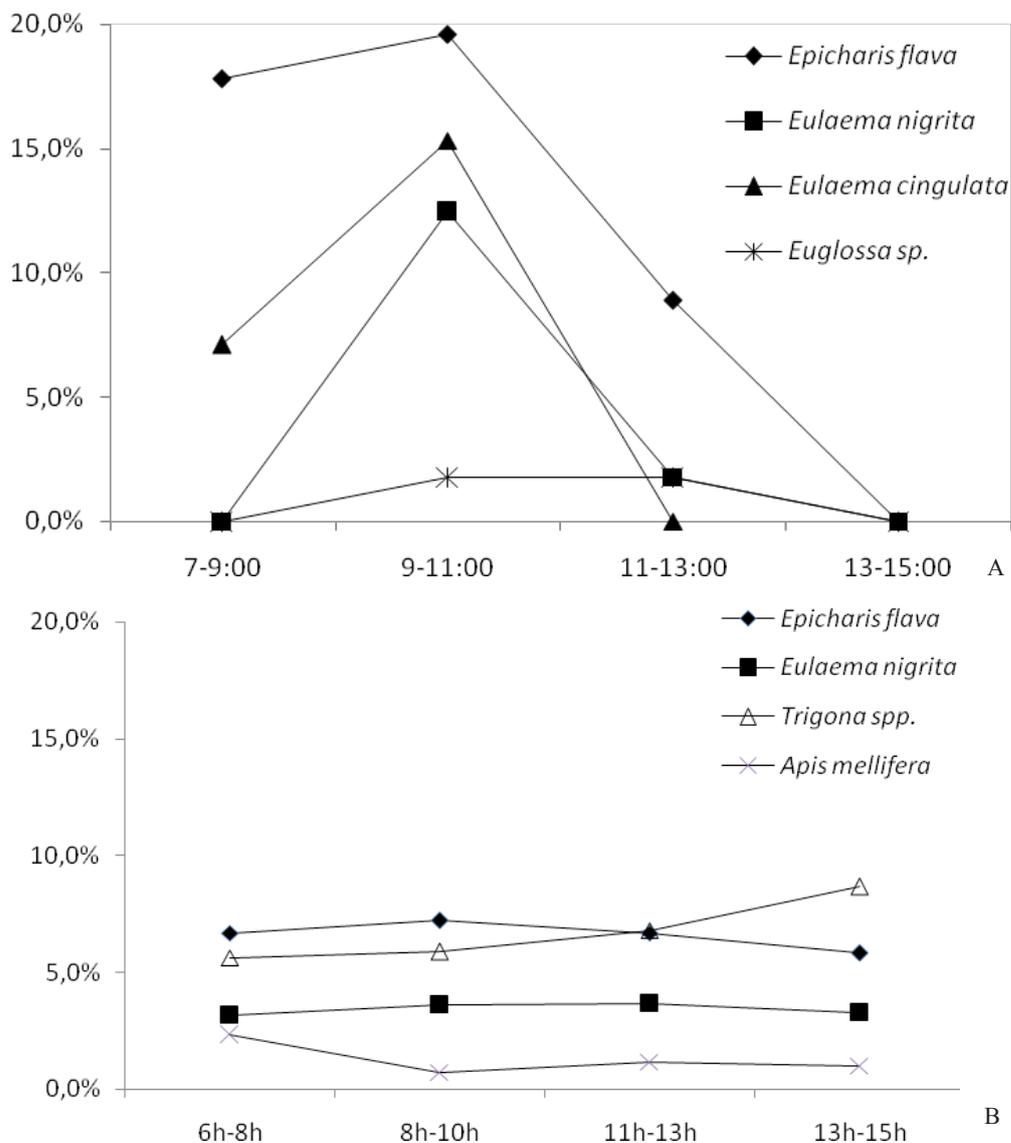


Figura 1. Porcentagem de visitas dos polinizadores e pilhadores mais frequentes de *Passiflora alata*, relativa ao total de visitas observadas em todos os horários, em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ (A) e Uberlândia, MG (B).

Figure 1. Percentage of flower visits by the most frequent pollinators and robbers of *Passiflora alata*, relative to the total number of observed visits, in cultivation areas in São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro (A) and Uberlândia, Minas Gerais (B).

Tabela 1. Frequência e categoria dos visitantes florais do maracujá-doce, *Passiflora alata*, em áreas de cultivo na região de Uberlândia, MG e São Francisco do Itabapoana, RJ.**Table 1.** Frequency and category of flower visitors of *Passiflora alata* in cultivation areas of Uberlândia, Minas Gerais and São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro, Brazil.

Família/Tribo	Espécie	MG	RJ	Categoria
		%visitas	%visitas	
Apidae/Apini/Apina	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	5,24	-	PI
Apidae/Apini/Euglossina	<i>Euglossa</i> sp.	-	4,24	PI
	<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> (Fabricius, 1804)	-	22,46	PO
	<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	13,68	16,95	PO
Apidae/Apini/Meliponina	Meliponina*	26,97	**	PI
Apidae/Bombini	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	4,45	-	PO
Apidae/Centridini	<i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	2,98	-	PO
	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	0,06	-	?
	<i>Centris (Melacentris) collaris</i> Lepeletier, 1841	2,53	-	PO
	<i>Centris (Ptilotopus) denudans</i> Lepeletier, 1841	4,11	-	PO
	<i>Centris (Ptilotopus) scopipes</i> Friese, 1899	8,5	-	PO
	<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854	2,25	-	PO
	<i>Centris (Trachina) longimana</i> Fabricius 1804	1,46	-	PO
	<i>Centris (Trachina) similis</i> (Fabricius 1804)	0,11	-	PO
	<i>Centris (Xanthemisia) lutea</i> Friese, 1899	0,51	-	PO
	<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1854	0,17	-	PO
	<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> Friese 1900	26,41	44,48	PO
	<i>Epicharis (Hoplepicharis) affinis</i> Smith, 1874	0,23	-	PO
	<i>Epicharis (Hoplepicharis) fasciata</i> Lepeletier & Serville, 1828	0,06	-	PO
Apidae/Xylocopini	<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> Olivier, 1789	-	9,75	PO
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo 1988	0,06	-	PO
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i> Smith, 1874	-	2,12	PO
Halictidae	Halictidae*	0,23	-	PI
Total		100	100	-

* As espécies de pilhadores não foram identificadas;

** *Plebeia* sp. foi observada raramente no RJ, pousando diretamente nas anteras para coleta de pólen, mas fora do período de amostragem de frequência.

a região de São Francisco do Itabapoana); entretanto, somente três destas (*Centris analis*, *Centris tarsata* e *Epicharis flava*) estariam em atividade nas flores no período de estudos, segundo observações em flores e em ninhos (dados não publicados).

A maior riqueza de espécies de Centridini nas flores de *P. alata* em MG (n=13, Tabela 1), quando comparada aos dados obtidos no RJ (somente *Epicharis flava*) era esperada, visto que áreas de cerrado possuem alta riqueza de Centridini (Pedro 1994, Carvalho & Bego 1996). Entretanto, deve-se levar em consideração que os períodos de observação

foram distintos nas duas áreas e muitas espécies desta tribo não estão em atividade na estação seca, período das observações no RJ. Por outro lado, observações de *P. alata* em florescimento na estação chuvosa em fragmentos de mata de tabuleiro na mesma região (Benevides 2006) indicaram resultado semelhante ao observado nas áreas de cultivo, com *Epicharis flava* como a única espécie de Centridini e único polinizador. Pelo porte e comportamento das demais espécies encontradas em florestas de tabuleiro do RJ (Gaglianone 2006), conclui-se que grande parte delas pode ser visitante potencial do maracujazeiro-

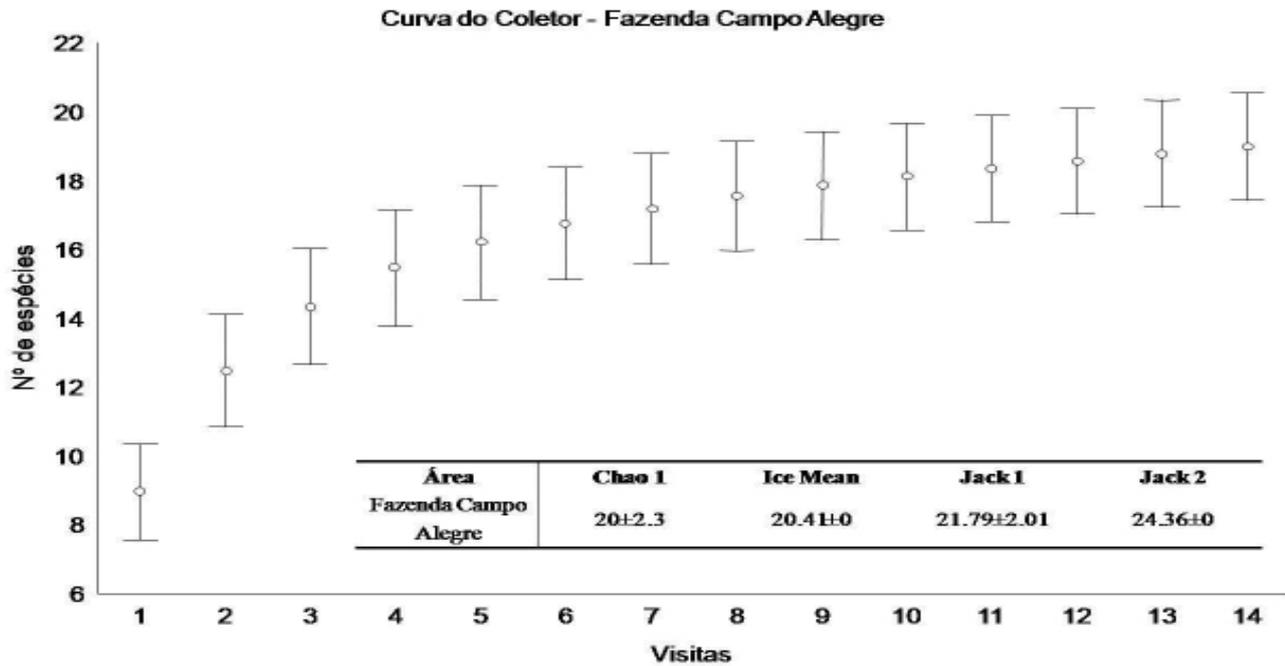


Figura 2. Número cumulativo de espécies de visitantes florais de *Passiflora alata* em função da quantidade de amostragens (visitas) realizadas no cultivo de Uberlândia - MG. Os valores da tabela referem-se aos diferentes estimadores de riqueza.

Figure 2. Cumulative number of flower visitor species of *Passiflora alata* as a function of sampling effort (number of visits) in the Uberlândia - Minas Gerais cultivation. The values in the table correspond to different estimations of richness.

doce em floração na estação chuvosa. O fato de não terem sido observadas nas flores nas áreas nativas durante esta estação pode estar relacionado à baixa intensidade de floração, com a presença somente de flores esparsas (Benevides 2006) e grande oferta de recursos de néctar por outras espécies vegetais na mata de tabuleiro neste período (Gaglianone, M.C. observação pessoal).

Somente as abelhas de maior porte corporal foram consideradas polinizadoras (Figura 3). As abelhas tocavam as anteras e estigmas com a região dorsal do tórax, caracterizando a polinização nototribica enquanto buscavam néctar nas flores. Espécies dos gêneros *Epicharis* (*E. flava*, *E. bicolor*, *E. affinis* e *E. fasciata*), *Centris* (*C. scopipes*, *C. denudans*, *C. sponsa*, *C. flavifrons*, *C. collaris*, *C. longimana*, *C. similis* e *C. lutea*), *Eulaema* (*E. nigrita* e *E. cingulata*), *Xylocopa* (*X. frontalis*, *X. ordinaria* e *X. suspecta*) e *Bombus pauloensis* foram os polinizadores observados nas duas áreas (Tabela 1). A composição de polinizadores observada foi bastante semelhante à descrita em outros trabalhos com *P. alata*: Xylocopini (*Xylocopa*), Bombini (*Bombus*), Euglossina (*Eulaema*) e Centridini (*Centris* e *Epicharis*) foram indicados como polinizadores de *P. alata* na restinga no ES (Varassin & Silva 1999, Varassin *et al.* 2001) e em áreas de plantios no PR (Melo *et al.* 2006).

Entretanto, a representação das espécies de Centridini no total de polinizadores foi particularmente alta em MG, representando 80% das espécies de polinizadores observados. Estas porcentagens foram menores em outras áreas de estudo, em torno de 45%, de acordo com os trabalhos citados (Varassin & Silva 1999, Varassin *et al.* 2001, Melo *et al.* 2006).

Além da importância em termos de riqueza de espécies e do comportamento e porte corporal de Centridini (12 dentre as 13 espécies foram consideradas polinizadores), as altas frequências de visitas destas abelhas nas áreas de estudo, e particularmente no RJ, indicaram a grande importância da tribo para a polinização do maracujá-doce. As abelhas Centridini foram responsáveis por 44,5 a 49% do total de visitas observadas nas duas áreas de estudo (Tabela 1), apesar de algumas espécies terem sido somente raramente encontradas (com frequência <1% de todas as visitas, como *Epicharis bicolor*, *E. fasciata*, *E. affinis* e *Centris similis*).

Epicharis flava foi o mais frequente visitante floral, com 26,4% e 44,5% das visitas nas áreas (Tabela 1), sendo considerado o polinizador principal nos dois locais de estudo. Fêmeas e machos desta espécie buscam néctar nas flores de *P. alata* e tocam anteras com o tórax dorsalmente, onde fica depositado o pólen que pode ser transferido para estigmas de flores



Figura 3. Visitantes de flores de *Passiflora alata*. A) *Epicharis flava*, macho: note o pólen depositado no tórax após a visita; Fêmeas de *Centris similis* (B) e *Centris longimana* (C) coletando néctar na flor; D) *Euglossa* sp. aproximando-se da flor.

Figure 3. Flower visitors of *Passiflora alata*. A) *Epicharis flava*; note the pollen deposited on the thorax after the visit; Female (B), male (C) collecting nectar from a flower; D) *Euglossa* sp. approaching flower.

subsequentes (Figura 3). A importância desta espécie para a polinização de *P. alata* não foi relatada em outros estudos; Varassin & Silva (1999) indicaram a sua ocorrência em área de restinga, porém em baixa frequência; Koschnitzke & Sazima (1997) citaram-na dentre os polinizadores, mas enfatizaram somente a polinização por *Xylocopa*. Melo *et al.* (2006) também discutiram a maior importância de *Xylocopa frontalis* na polinização do maracujá-doce em plantios, fato não observado nas áreas estudadas no presente trabalho. Esta comparação sugere que, embora os grupos de polinizadores sejam os mesmos nas diferentes áreas, especificidades regionais devem ser observadas em programas visando à conservação de polinizadores em áreas de cultivo. Aspectos relativos ao tamanho e à dinâmica populacionais, disponibilidade de locais de nidificação ou de recursos alimentares para as abelhas podem influenciar na abundância e frequência de visitas e, conseqüentemente, na sua importância para a polinização.

Em Uberlândia (MG), os polinizadores tiveram maior frequência até às 13h, quando também aumentou a frequência dos pilhadores, enquanto que

no RJ, a maior frequência de polinizadores ocorreu principalmente entre 9h e 11h (Figura 1). *Apis mellifera*, espécies de Meliponina e *Euglossa* sp. foram consideradas pilhadoras pois, pelo seu porte ou comportamento, não contactavam as estruturas reprodutivas das flores. *A. mellifera* buscava principalmente pólen nas flores, enquanto que espécies de Meliponina coletavam néctar e pólen. No primeiro caso, perfuravam as sépalas e pétalas com as mandíbulas até atingirem a câmara nectarífera e, em alguns casos, em função do posicionamento da flor, a perfuração chegava a ter quase o triplo do tamanho do corpo da abelha. Este comportamento foi observado principalmente na área de estudos em MG, e a injúria provocada pelas abelhas resultou na queda de muitas flores. No RJ, *Euglossa* sp. foi a única espécie de pilhador observada (Figura 3). Estas abelhas aproximavam-se das flores e entravam entre a corona e o androginóforo até o anel nectarífero, de forma semelhante aos visitantes de grande porte. Entretanto, sem fazer contato com as partes reprodutivas da flor.

A ação de Centridini como polinizadores de outra espécie de maracujá, *Passiflora edulis* Sims.,

o maracujá-amarelo, foi verificada em áreas de plantio próximas às áreas de estudo em MG e no RJ, embora com menor frequência nas flores. *Epicharis flava* e *Centris (Ptilotopus)* spp. foram responsáveis por menos de 6% das visitas de polinizadores do maracujá-amarelo nas duas regiões (Benevides *et al.* 2009, Yamamoto 2009). Os principais polinizadores do maracujá-amarelo são as mamangavas do gênero *Xylocopa*, como descrito por diversos autores. Estas abelhas tiveram frequência relativamente baixa nas flores do maracujá-doce (Tabela 1), embora sejam encontradas comumente em diversos ecossistemas das áreas de estudo. A atratividade diferenciada de espécies de *Passiflora* aos seus polinizadores, como observada por Varassin *et al.* (2001), pode ser a causa das diferentes frequências de visitação dos diversos grupos de abelhas observadas nas duas espécies de maracujá. Além disso, para o maracujá-amarelo, foi observado que a proximidade a fragmentos florestais pode aumentar a riqueza de espécies visitantes e a frequência de Centridini nas áreas de cultivo (Benevides *et al.* 2009). A mesma situação não foi testada para *Passiflora alata*. Comparando-se os resultados obtidos na área de cultivo e em fragmento de floresta no RJ, onde *Passiflora alata* está presente como espécie nativa (Benevides 2006), a riqueza de espécies de polinizadores na área de floresta foi menor, ao contrário do que seria esperado; entretanto, deve-se considerar que o adensamento de flores na área de cultivo pode resultar em maior atratividade das abelhas do que flores isoladas como observado no fragmento florestal, onde muitos outros recursos de néctar estão disponíveis, como já destacado.

CONSERVAÇÃO DE CENTRIDINI EM ÁREAS DE CULTIVO

Algumas espécies de abelhas nativas, especialmente as solitárias e que nidificam em cavidades preexistentes, têm sido alvo de estudos sobre os hábitos de nidificação visando à utilização em programas de polinização aplicada na agricultura. Dentre elas, espécies de *Centris*, como aquelas dos subgêneros *Hemisiella* e *Heterocentris*, têm se destacado (Aguiar & Garófalo 2004, Aguiar *et al.* 2006, Pereira *et al.* 1999, Jesus & Garófalo 2000, Gazola & Garófalo 2009, Oliveira & Schlindwein 2009). A utilização de cavidades preexistentes facilita

o estudo de seu comportamento de nidificação, pois é possível atrair fêmeas fundadoras utilizando ninhos-armadilha (Garófalo 2000). Essas abelhas podem, dessa forma, ser manejadas com o intuito de incrementar o número de ninhos em áreas agrícolas com déficit de polinizadores. Exemplos de espécies promissoras em programas de polinização são *Centris analis*, polinizador da aceroleira (Vilhena & Augusto 2007, Oliveira & Schlindwein 2009) e *Centris tarsata*, polinizadoras (Apidae, Centridini), polinizadoras de acerola e caju (Vilhena e Augusto 2007, Freitas & Paxton 1998, Freitas *et al.* 1999). Para as flores do maracujá-doce, entretanto, estas abelhas não têm importância devido ao pequeno porte.

As abelhas solitárias que nidificam no solo, como é o caso da maioria das espécies de Centridini e dos outros polinizadores do maracujá doce, são mais difíceis de serem manejadas. As abelhas grandes do gênero *Epicharis* e do subgênero *Centris (Melacentris)* possuem hábito solitário e nidificam preferencialmente em solo plano (Aguiar & Gaglianone 2003, Gaglianone 2005) e em barrancos (Camargo *et al.* 1975, Coville *et al.* 1983), enquanto que as de *Centris (Ptilotopus)* nidificam em termiteiros (Laroca *et al.* 1993, Gaglianone 2001b). A conservação de suas populações, portanto, está associada ao uso e conservação do solo e ao correto manejo da paisagem. A manutenção de áreas com solo arenoso exposto (Gaglianone 2005, Rocha-Filho *et al.* 2008) ou de termiteiros epigeos ou arbóreos (Gaglianone 2001b) no entorno dos plantios, pode facilitar a ocorrência de nidificação e o aumento das populações dessas espécies. A preservação do solo em áreas nativas e a recuperação de áreas degradadas podem ser essenciais para a manutenção ou instalação de áreas de agregação de ninhos. Considerando que as áreas de plantio de maracujá-doce são pequenas e, em geral consorciadas com outras culturas, a conservação dos sítios de nidificação de Centridini deve beneficiar não só os plantios desse cultivo, mas também a frutificação de várias outras plantas cultivadas, como o maracujá-amarelo e o feijão, entre outras. Além disso, a manutenção de condições favoráveis a populações destas abelhas nas propriedades agrícolas pode aumentar a biodiversidade regional, favorecendo a dispersão de polinizadores entre áreas nativas e cultivadas e as interações entre plantas e polinizadores (Tschardt & Brandl 2004).

As abelhas Centridini dependem de outros recursos, além do néctar, coletados em espécies vegetais distintas, principalmente óleos florais e pólen. Os óleos são utilizados na construção e no provisionamento larval e podem ser coletados em flores de diversas famílias, principalmente Malpighiaceae (Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). Embora várias espécies desta família possam ser encontradas em áreas com influência urbana, sua presença nas áreas de cultivo não é comum, com exceção da acerola (*Malpighia emarginata*), muitas vezes plantada nas propriedades rurais. A necessidade dos óleos florais para a reprodução e desenvolvimento destas abelhas resulta na dependência da oferta deste recurso na vegetação de entorno, principalmente nos fragmentos de vegetação nativa. Este fato deve ser levado em consideração em programas que visem o incremento da produção do maracujá-doce. Uma alternativa quanto à oferta de óleos florais poderia ser o plantio da aceroleira que, na região de Uberlândia, apresenta floração na estação chuvosa, de outubro a fevereiro, e atrai grande número de espécies de abelhas (Vilhena 2009). Vinte e uma espécies de Centridini foram observadas visitando as flores da aceroleira, o que representa 53,8% da riqueza de espécies desta tribo registrada na região (Vilhena & Augusto 2007).

O pólen das flores de *P. alata* não é coletado ativamente por abelhas de grande porte, como a maioria dos Centridini visitantes. Os grãos transferidos passivamente ao corpo durante as visitas não fazem parte do provisionamento, como verificado em análises polínicas das escopas de fêmeas de Centridini visitantes de *P. alata* e que também foram encontradas em flores de *Malpighia emarginata* (aceroleira) (Vilhena 2009). Estas análises indicaram pólen de *Byrsonima* e *Heteropterys* (Malpighiaceae) e *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) como os principais tipos constituintes da massa de provisionamento. O pólen pode ser coletado passivamente nas flores de Malpighiaceae, durante a coleta de óleos, que é feita raspando os pentes dos basitarsos sobre os elaióforos calcínicos (Vogel 1974, Rego & Albuquerque 1989, Alves-dos-Santos *et al.* 2007). Neste comportamento, as fêmeas contatam as anteras ventralmente com o tórax e abdômen e estes grãos podem ser recolhidos nas escopas. A coleta ativa de pólen também ocorre nestas flores, através da vibração das anteras,

comportamento também utilizado pelas fêmeas na coleta de pólen das anteras poricidas das flores de *Solanum* (Buchman 1983). Estas plantas, assim como outras fontes de pólen, fazem parte da vegetação secundária que cresce espontaneamente no entorno das áreas de cultivo. A manutenção desta vegetação pode significar a fonte de pólen para as abelhas Centridini, resultando na sua permanência na área de cultivo e conseqüentemente no sucesso da polinização natural do maracujá-doce.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao PROBIO/MMA-Polinizadores pelo financiamento das pesquisas, a FAPERJ pela concessão da bolsa de Mestrado a C.R.Benevides, ao CNPq pela concessão das bolsas de Iniciação Científica a H.H.S.Rocha e C.N.Junqueira e aos proprietários Celson Martins e Laert Werneck pela permissão para o estudo em suas propriedades.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C.M.L. & GAGLIANONE, M.C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris aenea*) Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira Zoologia*, 20: 601-606.
- AGUIAR, C.M.L. & GARÓFALO, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira Zoologia*, 21: 477-486.
- AGUIAR, C.M.L.; ZANELLA, F.C.V.; MARTINS, C.F. & CARVALHO, C.A.L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na caatinga para obtenção de recursos florais. *Neotropical Entomology*, 32: 247-259.
- AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A. & ALMEIDA, G.F. 2006. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira Zoologia*, 23: 323-330.
- AGUIAR, W.M. & GAGLIANONE, M.C. 2008. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52: 277-282.
- ALVES DOS SANTOS, I.; MACHADO, I.C. & GAGLIANONE, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, 11: 242-255.
- BENEVIDES, C.R. 2006. Biologia Floral e Polinização de Passifloraceae Nativas e Cultivadas na Região Norte Fluminense

- RJ. *Dissertação de mestrado*. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. 81p.
- BENEVIDES, C.R.; GAGLIANONE, M.C. & HOFFMANN, M. 2009. Visitantes Florais do Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em Áreas de Cultivo com Diferentes Proximidades a Fragmentos Florestais na Região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53: 415-421.
- BUCHMAN, S.L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. Pp. 73-113. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds). Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand & Reinhold, New York.
- CAMARGO, J.M.F.; ZUCCHI, R. & SAKAGAMI, S.F. 1975. Observations on the bionomics of *Epicharis* (*Epicharana*) *rustica flava* (Olivier) including notes on its parasite, *Rhathymus* sp. (Hymenoptera, Apoidea: Anthophoridae). *Studia Entomologica*, 18: 310-340.
- CARVALHO, A.M.C. & L.R. BEGO. 1996. Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 40: 147-156.
- CHACOFF, N.P. & AIZEN, M.A. 2006. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical Forest. *Journal of Applied Ecology*, 43: 18-27.
- COVILLE, R.E.; FRANKIE, G.W. & VINSON, S.B. 1983. Nets of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habitats of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56: 109-122.
- COWELL, R. K. 2006. *EstimateS*: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Software and User's Guide.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2004. Conservação e Manejo de Polinizadores para a Agricultura Sustentável através de uma Abordagem Ecológica. *Relatório técnico*. Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP).
- FREITAS, B.M. & PAXTON, R.J. 1998. A comparison of two pollinators: *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.; ALVES, J.E.; BRANDÃO, G.F. & ARAÚJO, Z.B. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 133: 303-311.
- GAGLIANONE, M.C. 2001a. Bionomia de *Epicharis*, associações com Malpighiaceae e uma análise filogenética e biogeográfica dos subgêneros *Epicharis* e *Epicharana* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, USP.
- GAGLIANONE, M.C. 2001b. Nidificação e forrageamento de *Centris* (*Ptilotopus*) *scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 107-117.
- GAGLIANONE, M.C. 2005. Nesting biology, seasonality and flower hosts of *Epicharis nigrita*, with a comparative analysis for the genus. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40: 191-200.
- GAGLIANONE, M.C. 2006. *Centridini* em remanescentes de Mata Atlântica: diversidade e interações com flores. Simpósio 12. Pp. 6-11. In: Anais do VII Encontro sobre abelhas. Ribeirão Preto, SP, Brasil. 1 CD-ROM.
- GAROFALO, C.A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. Vol. IV. Pp. 121-128. In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- GAZOLA, A.L. & GARÓFALO, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the state of São Paulo, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 8: 607-622.
- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31: 503-515.
- KLEIN, A.M.; STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology*, 40: 837-845.
- KOSCHNITZKE, C. & SAZIMA, M. 1997. Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua. *Revista Brasileira de Botânica*, 20: 19-126.
- LAROCA, S.; SANTOS, D.R. & SCHWARTZ FILHO, D.L. 1993. Observations on the nesting biology of three Brazilian Centridine bees: *Melanocentris dorsata* (Lepelletier, 1841), *Ptilotopus sponso* (Smith, 1854) and *Epicharitides obscura* (Friese, 1899). *Tropical Zoology*, 6: 153 - 163.
- MACHADO, I.C. 2004. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil. Pp. 255-280. In: B.M. Freitas & J.O.P. Pereira (eds.). Solitary bees, conservation, rearing and

- management for pollination. Editora Imprensa Universitária / Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 285pp.
- MELO, G.A.R.; VARASSIN, I.G.; VIEIRA, A.O.S.; MENEZES JR, A.O.; LÖWENBERG-NETO, P.; BRESSAN, D.F.; ELBL, P.M.; MOREIRA, P.A.; OLIVEIRA, P.C.; ZANON, M.M.F.; ANDROCIOLI, H.G.; XIMENES, D.S.M.; CERVIGNE, N.S.; PRADO, J. & IDE, A.K. 2006. Polinizadores de maracujás no Paraná. Pp. 482-488. *In: Anais do VII Encontro sobre abelhas*. Ribeirão Preto, SP, Brasil. CD-ROM.
- MESQUITA, T.M.S. 2009. Diversidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado, MG. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, Brasil. 43p.
- OLIVEIRA, R. & SCHLINDWEIN, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Annals of the Entomological Society of America*, 102: 20-273.
- PEDRO, S.R.M., 1994. Interações entre abelhas e flores em uma área de cerrado no NE do estado de São Paulo: abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). Vol. 1. Pp. 243-256. *In: Anais do I Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- PEREIRA M.; GARÓFALO C.A.; CAMILLO & SERRANO J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 30: 1-12.
- RADFORD, A.E.; DICKISON, W.C.; MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. *Vascular Plant Systematics*. Harper & Row, New York. 891p.
- RAMALHO, M. & SILVA, M. 2002. Flora Oleífera e sua Guilda de Abelhas em uma Comunidade de Restinga Tropical. *Sittientibus Série Ciências Biológicas*, 2: 34-43.
- 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.; RAMOS, M.C. & CARREIRA, L.M. 2006. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. *Neotropical Entomology*, 35: 579-587.
- ROCHA-FILHO L.C.; SILVA C.I.; GAGLIANONE M.C. & AUGUSTO, S.C. 2008. Nesting behavior and natural enemies of *Epicharis (Epicharis) bicolor* Smith 1854 (Hymenoptera Apidae). *Tropical Zoology*, 21: 227-242.
- ROSA, R.; LIMA, S.C. & ASSUNÇÃO, W.L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. *Sociedade & Natureza*, 5/6: 91-108.
- 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.
- SILVEIRA, F.A. & CAMPOS, M.J.O. 1995. A melissofauna do Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira Entomologia*, 39: 371-401.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R & ALMEIDA, E.A.B. 2002. *Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação*. Ministério do Meio Ambiente (PROBIO - PNUD), Belo Horizonte, MG. 253p.
- TSCHARNTKE, T. & BRANDL, R. 2004. Plant-insect interactions in fragmented landscapes. *Annual Review of Entomology*, 49: 405-30.
- TEIXEIRA, L.A.G. & MACHADO, I.C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 14: 347-357.
- VARASSIN, I.G. & SILVA, A.G. 1999. A Melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em Vegetação de Restinga. *Rodriguesia*, 50: 5-17.
- VARASSIN, I.G.; TRIGO, J.R.; SAZIMA, M. 2001. The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in Southeastern Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 136: 139-152.
- VASCONCELOS, M.A. & CEREDA, E. 1994. O cultivo de maracujá-doce. Pp.71-81. *In: A.R. São José (org.)*. Maracujá: produção e mercado. UESB-DFZ, Vitória da Conquista, BA. 255p.
- VILHENA, A.M.G.F. 2009. Polinizadores da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC., Malpighiaceae) em área do Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, nicho trófico, conservação e manejo. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, Brasil. 72p.

VILHENA, A.M.G.F. & AUGUSTO, S.C. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. *Bioscience Journal*, 23: 14-23.

VOGEL, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und subtropische Pflanzenwelt*, 7: 1-267.

YAMAMOTO, M. 2009. Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae) no Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, frequência de visitas e a conservação de áreas naturais. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, Brasil. 142p.

Submetido em 10/10/2009

Aceito em 12/02/2010