



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

Influência de visitantes florais de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae), castanheira-do-Brasil, sobre o comportamento de forrageio de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* (Hymenoptera: Apidae)

CHARLES FERNANDO DOS SANTOS

Manaus, Amazonas
Dezembro, 2007

T
11/2007

CHARLES FERNANDO DOS SANTOS

Influência de visitantes florais de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae), castanheira-do-Brasil, sobre o comportamento de forrageio de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* (Hymenoptera: Apidae)

ORIENTADORA: DR^a MARIA LÚCIA ABSY

CO-ORIENTADOR: DR. MARCOS VINICIUS BASTOS GARCIA

Embrapa	
Unidade	Amazonia Ocidental
Valor	
Data da aquisição	04/03/09
Nº N. Fiscal / Fatura	
Fornecedor	
Nº GCS	
Origem	Dorcas
Nº Registro	3009.0000.3

Dissertação apresentada ao PIPG-BTRN como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia

Manaus, Amazonas
Dezembro, 2007

S237 Santos, Charles Fernando dos
Influência de visitantes florais de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae), castanheira-do-Brasil, sobre o comportamento de forrageio de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* (Hymenoptera: Apidae) / Charles Fernando dos Santos. --- Manaus : [s.n.], 2007. 67p. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2007
Orientador : Absy, Maria Lúcia
Co-Orientador : Garcia, Marcus Vinicius Bastos
Área de concentração : Entomologia

1. Abelhas. 2. Apidae. 3. Estratégias. 4. Competição. 5. Recursos Florais.
I. Título.

CDD 19. ed. 595.799

SINOPSE

Este trabalho apresenta uma análise dos comportamentos de interação entre abelhas sociais e solitárias. Investiga-se o forrageio de *Xylocopa frontalis* (Xylocopini) e *Eulaema mocsaryi* (Euglossina) na presença de outros visitantes florais da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*: Lecythidaceae), na fazenda Aruanã, município de Itacoatiara, Amazonas. Descreve-se a influência que abelhas-sem-ferrão (Meliponina), tripes e besouros exercem nas escolhas e permanências de *X. frontalis* e *El. mocsaryi* nas copas das castanheiras. Além disso, as abelhas-sem-ferrão utilizam-se de uma variedade de estratégias para ter acesso aos grãos de pólen da castanheira-do-Brasil, sendo a coleta desse recurso possível à elas, principalmente, pela atividade dos polinizadores nas flores. As flores auto-incompatíveis de *B. excelsa* necessitam da polinização cruzada, um serviço efetuado pelos polinizadores. Contudo, a atividade das Meliponina em diminuir o tempo dos polinizadores nas flores pode, eventualmente, contribuir para o fluxo genético entre os indivíduos de *B. excelsa* dentro do cultivo.

Palavras-chave: Apoidea, Interação, Polinização de Cultivos, Amazônia Central.

Keys words: Apoidea, Interaction, Crop Pollination, Central Amazon

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser comigo;

À Dr^a Maria Lucia Absy (Laboratório de Palinologia/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) pela orientação, profissionalismo e agradável convívio;

Ao Dr. Marcos Vinicius Bastos Garcia (Embrapa Amazônia Ocidental) pela co-orientação e sugestões durante a execução da dissertação;

Ao senhor Gabriel Teixeira de Paula Neto (administrador da fazenda Aruanã);

À Dr^a Beatriz Ronchi Teles (INPA) pela competência demonstrada à frente do Curso de Entomologia do INPA e pelo companheirismo;

Aos especialistas que gentilmente identificaram as abelhas:

Dr. Márcio L. Oliveira (INPA), Dr. João M. F. Camargo (Fac. Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/ USP), Dr. Gabriel A. Melo (Universidade Federal do Paraná)

Ao Dr. Henrique Manoel Salgado (Universidade Estadual Paulista/ Bauru) agradeço pela amizade e apoio na análise estatística do projeto;

Ao Dr. Charles E. Zartman (INPA) pela valiosa colaboração na redação do abstract;

Aos amigos do Curso de Entomologia e aos do Laboratório de Palinologia/ INPA: Silane A. F. Silva-Caminha, Otilene dos Anjos Santos, Isabella Dessaune Rodrigues, Cleonice O. Moura, Hugo M. Cáuper e Allan D. P. C. Santos;

À Banca Julgadora desta dissertação:

Dr^a Vera Lucia Imperatriz-Fonseca (Universidade de São Paulo/ USP); Dr^a Marilda Cortopassi Laurino (USP); Dr^a Fátima Cristina de Lazari Manente Balestieri (Universidade Federal da Grande Dourados); Dr. Sílvio José Reis da Silva (Universidade Federal Roraima) e Dr. Breno Magalhães Freitas (Universidade Federal do Ceará);

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos;

Às pedras de tropeço porque fortalecem o espírito.

RESUMO

Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae) possui flores auto-incompatíveis e, portanto, necessita da eficiência de seus polinizadores para realizarem com sucesso sua polinização. Esse estudo foi conduzido na fazenda Aruanã (3°S 58°45'W), município de Itacoatiara, Amazonas, e teve como objetivo investigar a influência de visitantes florais sobre as visitas e permanências de *Xylocopa frontalis* (Xylocopini) e *Eulaema mocsaryi* (Euglossina) às flores de *B. excelsa*. As observações e coletas dos dados foram feitas em três árvores diferentes selecionadas a cada um dos três meses seguintes: novembro/2006, dezembro/2006 e janeiro/2007. A coleta de visitantes florais e as observações dos comportamentos de visitas de *X. frontalis* e *El. mocsaryi* foram feitas em três dias consecutivos a cada uma das árvores, acima citadas, no período das 05:00 às 11:00. Sete comportamentos foram selecionados para cada uma das abelhas, *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, os quais foram: **a)** pairar em frente à flor na presença de abelhas-sem-ferrão; **b)** abrir ou não a flor; **c)** abandonar ou não a flor; **d)** afastar abelhas-sem-ferrão das inflorescências; **e)** retirar-se de flores com besouros e tripes alojados; **f)** visitar as mesmas flores onde uma das duas visitou, *X. frontalis* e *El. mocsaryi*; **g)** encontro antagônico entre *X. frontalis* e *El. mocsaryi*. Cada um dos sete comportamentos estudados (**a,b,c,d,e,f,g**) foi registrado 60 vezes por período de observação (novembro/06, dezembro/06 e janeiro/07), totalizando ao final do trabalho 1260 atividades para cada uma das abelhas, acima mencionadas. Indivíduos de *X. frontalis* ($n = 18$) e *El. mocsaryi* ($n = 18$) tiveram seus carregamentos polínicos acetolizados. Após isso, os grãos foram montados em lâminas de vidro com gelatina glicerinada e, em seguida, foi feita a lutagem das lâminas com parafina. As amostras polínicas foram identificadas por comparação com as lâminas de referência da Palinoteca do INPA. Os resultados indicam que: **a)** 37% das *X. frontalis* e 20% das *El. mocsaryi* pairaram em frente das flores na presença de meliponinas ($\chi^2=37.09$; $p<0.01$); **b)** 15% das *X. frontalis* e 2% das *El. mocsaryi* abriram as flores quando meliponinas as sobrevoaram ($\chi^2=18.67$; $p<0.01$); **c)** 85,5% das *X. frontalis* e 94% das *El. mocsaryi* abandonaram as flores quando perceberam a presença das meliponinas ($\chi^2 = 224.45$; $p<0,01$); **d)** 3% das *X. frontalis* e 0% das *El. mocsaryi* afastaram as meliponinas das inflorescências ($\chi^2=6.10$; $p<0.05$); **e)** 3% das *X. frontalis* e 2% *El. mocsaryi* não deixaram as flores com besouros e tripes alojados ($\chi^2=1.02$; $p>0.05$); **f)** 97% das *X. frontalis* e 99% *El. mocsaryi* não visitaram flores onde ambas visitaram ($\chi^2=1.31$; $p>0.05$); **g)** 1% das *X. frontalis* e 4% das *El. mocsaryi* tentaram afastar-se uma à outra ($\chi^2=4.60$; $p<0.05$). A análise dos carregamentos polínicos indicou que *X. frontalis* transportou grande quantidade de grãos de *B. excelsa* (>79%) dentro do cultivo, enquanto que *El. mocsaryi* transportou menos de 7,5% dos grãos *B. excelsa*. Contudo, as plantas da vegetação secundária pertencentes às famílias Melastomataceae e Solanaceae foram amplamente exploradas por *El. mocsaryi*. Conclui-se que as *X. frontalis* e *El. mocsaryi* são, significativamente, influenciadas em seus comportamentos de visitas às flores de *B. excelsa* quando há a presença de outros insetos visitantes, principalmente abelhas-sem-ferrão. *X. frontalis* e *El. mocsaryi* deixam de visitar muitas flores de um único indivíduo e, portanto, são “forçadas” a visitar outras plantas dentro do cultivo, inclusive outras castanheiras. Deste modo, a influência exercida por abelhas-sem-ferrão pode contribuir, eventualmente, para a polinização cruzada das castanheiras. A vegetação secundária mostrou-se importante em manter os polinizadores dentro da área de cultivo e possível criação racional de *X. frontalis* na localidade pode ser pensada.

ABSTRACT

Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae), has self-incompatible flowers, and therefore needs the efficiency of its pollinators to successfully implement its pollination. This study was conducted at the farm Aruanã (3 ° S 58 ° 45 "W), in the municipality of Itacoatiara, Amazonas, and aimed to investigate the influence of flower visitors on visits and stays of *Xylocopa frontalis* (Xylocopini) and *Eulaema mocsaryi* (Euglossina) to flowers of *B. excelsa*. The observations and collections of data were made on three different trees during a period of three months from November 2006 to January 2007. Voucher collections of flower visitors and behavioral observations of visits *X. frontalis* and *El. mocsaryi* were made on three consecutive days in each of the three individuals during the period from 05:00 a.m. to 11:00 a.m.. Seven behaviors were selected for each of the bees, *X. frontalis* and *El. mocsaryi*, which were: **a)** hovering in front of the flower in the presence of stingless bees; **b)** opening (or not) the flower; **c)** abandoning (or not) the flower; **d)** running off stingless bees from inflorescences; **e)** withdrawing from flowers occupied by beetles and trips; **f)** evaluating the frequency of consecutive visits to flowers where the two individuals alternate between *X. frontalis* and *El. Mocsaryi*; **g)** antagonism between *X. frontalis* and *El. mocsaryi*. Each of the seven behaviors studied (**a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f**, **g**) was recorded 60 times in each period of observation from November 2006 to January 2007 totaling to 1260 records of activities for each of the focal bee species. Individuals of *X. frontalis* (n = 18) and *El. mocsaryi* (n = 18) had their palynological loads acetolyzed. After this, the pollen loads were mounted on glass slides with glycerinade gelatin and then fixed the slides with paraffin. Palynological samples were identified by comparison with reference material from the Pollen Library at INPA. The results show that: **a)** 37% of *X. frontalis* and 20% of *El. mocsaryi* display hovering behavior in front of the flowers in the presence of stingless bees ($X^2 = 37.09$, $p < 0.01$); **b)** 15% of *X. frontalis* and 2% of *El. mocsaryi* opened the flowers in the presence of stingless bees ($X^2 = 18.67$, $p < 0.01$); **c)** 85.5% of *X. frontalis* and 94% of *El. mocsaryi* left the flowers when they noticed the presence of stingless bees ($X^2 = 224.45$, $p < 0.01$); **d)** 3% of *X. frontalis* and 0% of *El. mocsaryi* ran off the stingless bees from inflorescences ($X^2 = 6.10$, $p < 0.05$); **e)** 3% of *X. frontalis* and 2% *El. mocsaryi* not left the flowers with beetles and trips housed ($X^2 = 1.02$, $p > 0.05$); **f)** 97% of *X. frontalis* and 99% *El. mocsaryi* not visited flowers where both visited ($X^2 = 1.31$, $p > 0.05$); **g)** 1% of *X. frontalis* and 4% of *El. mocsaryi* tried to move away from each other ($X^2 = 4.60$, $p < 0.05$). The palynological analysis indicated that *X. frontalis* transported large quantities of grains of *B. excelsa* (> 79%) in the crop, while *El. mocsaryi* transported less than 7.5% of the pollen loads of *B. excelsa*. However, the plants of secondary vegetation belonging to the family Solanaceae and Melastomataceae have been widely exploited by *El. mocsaryi*. It follows that the *X. frontalis* and *El. mocsaryi* are significantly influenced in their visiting behaviors to the flowers of *B. excelsa* when in the presence of other insect visitors—primarily stingless bees. In the presence of stingless bees, *X. frontalis* and *El. mocsaryi* avoid visiting many flowers of a single individual and therefore are "forced" to visit other plants within the crop, including other Brazil nuts (*B. excelsa*). Thus, the influence exerted by stingless bees can contribute, eventually, to cross-pollination of *B. excelsa*. The secondary vegetation has been important in keeping the pollinators in the area of cultivation and possible raising of *X. frontalis* in the town can be promoted.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Introdução	1
<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl., 1808	2
<i>Eulaema mocsaryi</i> (Friese, 1899)	5
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	6
Objetivos	8
Material e Métodos	9
Área de estudo	9
Coleta de dados	12
Análise dos dados	17
Comportamentos	17
Fluxo de visitação	17
Extensão do nicho trófico	18
Equitatividade	18
Dominância	18
Resultados e Discussão	19
Seção I – Caracterização dos visitantes florais	19
Polinizadores	19
Outros visitantes florais de <i>Bertholletia excelsa</i>	23
Seção II – Estudo comportamental	26
Forrageio de <i>Xylocopa Frontalis</i> E <i>Eulaema mocsaryi</i> na presença de visitantes florais de <i>Bertholletia excelsa</i>	26
Comportamento A	27
Comportamento B	29
Comportamento C	30
Comportamento D	32
Comportamento E	34
Comportamento F	35
Comportamento G	36
Abelhas-sem-ferrão oportunistas e pilhadoras	38
Seção III – Estudo Palinológico	42

Conclusões	49
Referências Bibliográficas	50
Apêndice	60
Comportamentos por ponto de coleta	60
Análise polínica	62
Método de acetólise	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Região de distribuição da castanheira-do-Brasil	2
Figura 2 – <i>B. excelsa</i> . A - Ramos com flores e frutos; B - Detalhe da flor	3
Figura 3 - Prancha de <i>Bertholletia excelsa</i>	4
Figura 4 - <i>Eulaema mocsaryi</i>	6
Figura 5 - <i>Xylocopa frontalis</i>	7
Figura 6 - Localização geográfica do município de Itacoatiara (Amazonas)	9
Figura 7 - Vista aérea da fazenda Agropecuária Aruanã	10
Figura 8 - Médias de temperatura, umidade relativa e precipitação (Itacoatiara)	11
Figura 9 - A e B. Andaimos instalados em dois pontos de coleta. C. Coleta de visitantes por meio de rede entomológica	13
Figura 10 - Horários das coletas dos visitantes florais e das observações dos comportamentos das abelhas nas flores de <i>B. excelsa</i>	15
Figura 11 – Média de visitas de <i>X. frontalis</i> , <i>El. mocsaryi</i> e abelhas-sem-ferrão às copas das castanheiras em cada período estudado (Nov./06, Dez./06, Jan./07)	22
Figura 12 - Média de visitas/ hora às flores de <i>Bertholletia excelsa</i> por <i>X. frontalis</i> , <i>El. mocsaryi</i> e Meliponina durante o período de novembro/ 06 a janeiro/ 07, na fazenda Aruanã, município de Itacoatiara/ AM	23
Figura 13 – Frequência de cada comportamento apresentado por <i>X. frontalis</i> e <i>El. mocsaryi</i> durante suas visitas às flores de <i>Bertholletia excelsa</i>	26
Figura 14 - Comportamento A	27
Figura 15 - Comportamento B	29
Figura 16 - Comportamento C	31
Figura 17 - Comportamento D	33
Figura 18 - Comportamento E	34
Figura 19 - Comportamento F	29
Figura 20 - Comportamento G	36
Figura 21 - Frequência das espécies de plantas coletadas pelas abelhas <i>El. mocsaryi</i> e <i>X. frontalis</i> durante o período de floração de <i>Bertholletia excelsa</i> (Lecythidaceae). Fazenda Aruanã, município de Itacoatiara (AM)	45
Figura 23 – Grãos de pólen identificados nos carregamentos polínicos de <i>Xylocopa frontalis</i> e <i>Eulaema mocsaryi</i>	63

1. INTRODUÇÃO

A íntima relação de dependência das abelhas pelas plantas se mostra, sobretudo, pela necessidade de que as primeiras têm de se alimentar de pólen e néctar, recursos florais essenciais para sua alimentação (Michener, 2000; Silveira *et al.*, 2002).

A produção de néctar e o excesso de pólen pelas plantas estimulam a visita de insetos à flores, principalmente abelhas, as quais podem transferir grãos de pólen de uma flor para outra, realizando assim a polinização cruzada (Michener, 2000)

Segundo Absy *et al.* (2003), entre os diversos agentes polinizadores que existem na natureza, as abelhas ocupam lugar de destaque pela importância que representam na polinização e, conseqüentemente, na preservação de muitas espécies de plantas da região amazônica.

No entanto, Imperatriz-Fonseca *et al.* (2006) alertam para uma crise de polinização devida à diminuição na quantidade de espécies e no número de indivíduos polinizadores em meios naturais. Já em áreas agrícolas os autores acrescentam que a vegetação circundante pode oferecer lugares apropriados para a nidificação das abelhas, reforçando sua permanência na região de cultivo. Portanto, a preservação da vegetação em áreas de plantio é fundamental para que evite desmatamentos e queimadas, fatores que contribuem para a diminuição dos polinizadores.

Maués (2002) destaca que a floração de outras plantas nos intervalos da florada do cultivo são importantes, pois isso tenderia a manter as abelhas polinizadoras sempre nas proximidades ou dentro da plantação.

Desse modo, a observação do comportamento de abelhas polinizadoras nas flores e as relações que as mesmas estabelecem com os outros visitantes florais pode acrescentar valiosas informações sobre suas biologias. O conhecimento gerado dessas observações viabiliza a implementação de programas de manejo em áreas naturais e na melhoria da produção agrícola, devido ao serviço de polinização realizado pelas abelhas.

1.1. *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., 1808

A castanheira-do-Brasil, *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., 1808, pertence à família Lecythidaceae e é a única espécie do gênero. Ela é nativa da floresta amazônica sendo encontrada naturalmente tanto em solo brasileiro como também nos países vizinhos como Guianas, Venezuela, Peru e Colômbia (Mori e Prance, 1987a; Mori e Prance, 1990), Figura 1.

No Brasil, essa espécie ocorre em áreas de terra firme, dispostas em agrupamentos conhecidos como castanhais ou “bolas” (Cymerys *et al.*, 2005). É uma árvore grande que pode chegar a 50 metros de altura em ambiente natural. Possui grande prestígio na região amazônica devido ao valor econômico de suas nozes (Mori e Prance, 1987a).

Maués (2002) enfatiza a importância de agentes polinizadores em *B. excelsa*, podendo a baixa razão de produção mudar com a atividade e eficiência dos polinizadores naturais nesta planta. Mori e Prance (1987b) advertem que a relação entre as Lecythidaceae e seus polinizadores é vulnerável e que ela pode ser quebrada facilmente pela extinção ou não disponibilidade dos polinizadores durante a floração.

A florada ocorre de outubro a fevereiro e se estende por três a oito semanas, com grande quantidade de flores abertas ao longo do dia. A frutificação leva em torno de 15 meses (Maués, 2002), Figura 2.

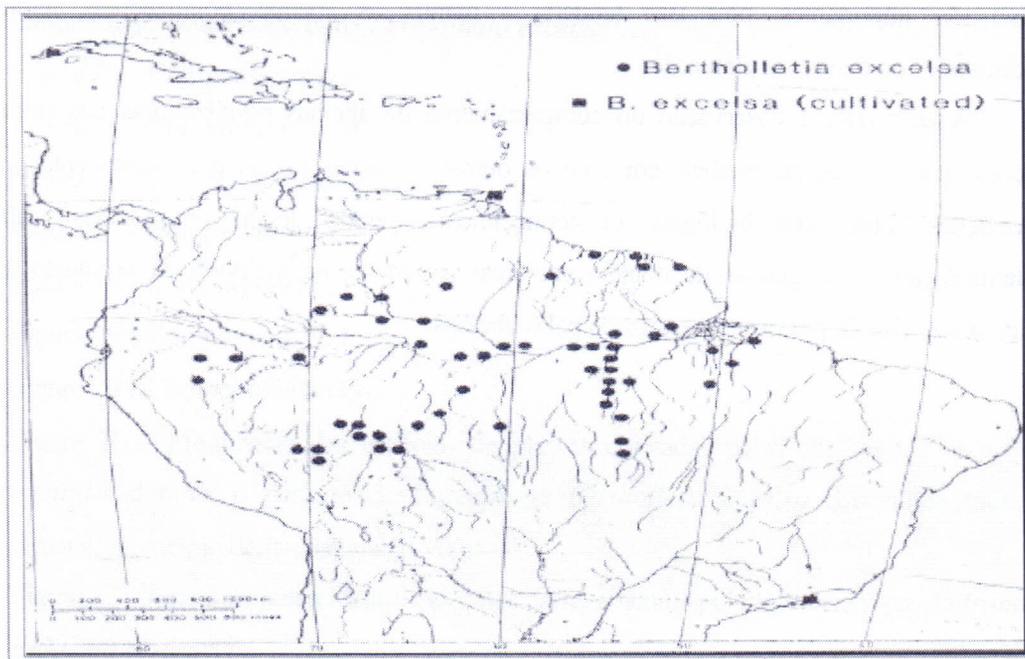


Figura 1 - Região de distribuição da castanheira-do-Brasil (Fonte: Mori & Prance, 1990)

As flores zigomórficas apresentadas pelas lecitidáceas oferecem principalmente pólen e néctar aos visitantes (Moritz, 1984). Porém, tanto o néctar quanto o pólen estão acessíveis apenas àquelas espécies de abelhas com língua comprida (Apidae) capazes de alcançá-los (Mori e Prance, 1987a).

O número de espécies diferentes de polinizadores que podem entrar na flor é grandemente reduzido, devido à complexa estrutura do androceu de *Bertholletia excelsa* (Mori *et al.*, 1978). Esta estrutura suporta uma câmara composta por estaminóides congruentes, denominada lígula (Figura 3B), que encerra os estames e estigmas.

A antese inicia-se por volta das 04:30 e 05:00 horas e apenas no período matutino as flores estão receptivas para a fertilização.



Figura 2 - *Bertholletia excelsa*. A - Ramos com flores e frutos; B - Detalhe da flor.

Os primeiros polinizadores chegam às flores por volta das 05:30 horas, sendo o período de maior visitação em torno da 06:00 – 07:00 horas. As visitas das abelhas polinizadoras ocorrem somente no período da manhã, das 05:30 às 11:00 horas (Muller, 1980). Durante o período da tarde não ocorrem visitas pois o androceu e as pétalas caem (Muller, 1980; Nelson *et al.*, 1985; Maués e Oliveira, 1998).

O polinizadores de *Bertholletia excelsa* são, principalmente, abelhas grandes e médias dos gêneros: *Xylocopa*, *Eulaema*, *Epicharis*, *Bombus* e *Centris* (Muller, 1980; Nelson *et al.*, 1985; Mori e Prance, 1987a; Maués e Oliveira, 1998; Maués, 2002). Contudo, grãos de *B. excelsa* já foram identificados em potes de pólen em ninhos de *Trigona cilipes* (Absy *et al.*, 1984) na região do Pará (Cachoeira da Porteira); em ninhos de *Apis mellifera* (Marques-Souza

et al., 1993) na região de Rondônia e nas corbículas de operárias de *Melipona compressipes manaosensis* (Marques-Souza, 1999) na Amazônia Central. Kerr et al. (2001) observaram operárias de *M. c. manaosensis* e *M. seminigra merrillae* entrarem no capuz floral de *B. excelsa*, na fazenda Aruanã (Itacoatiara/ AM).

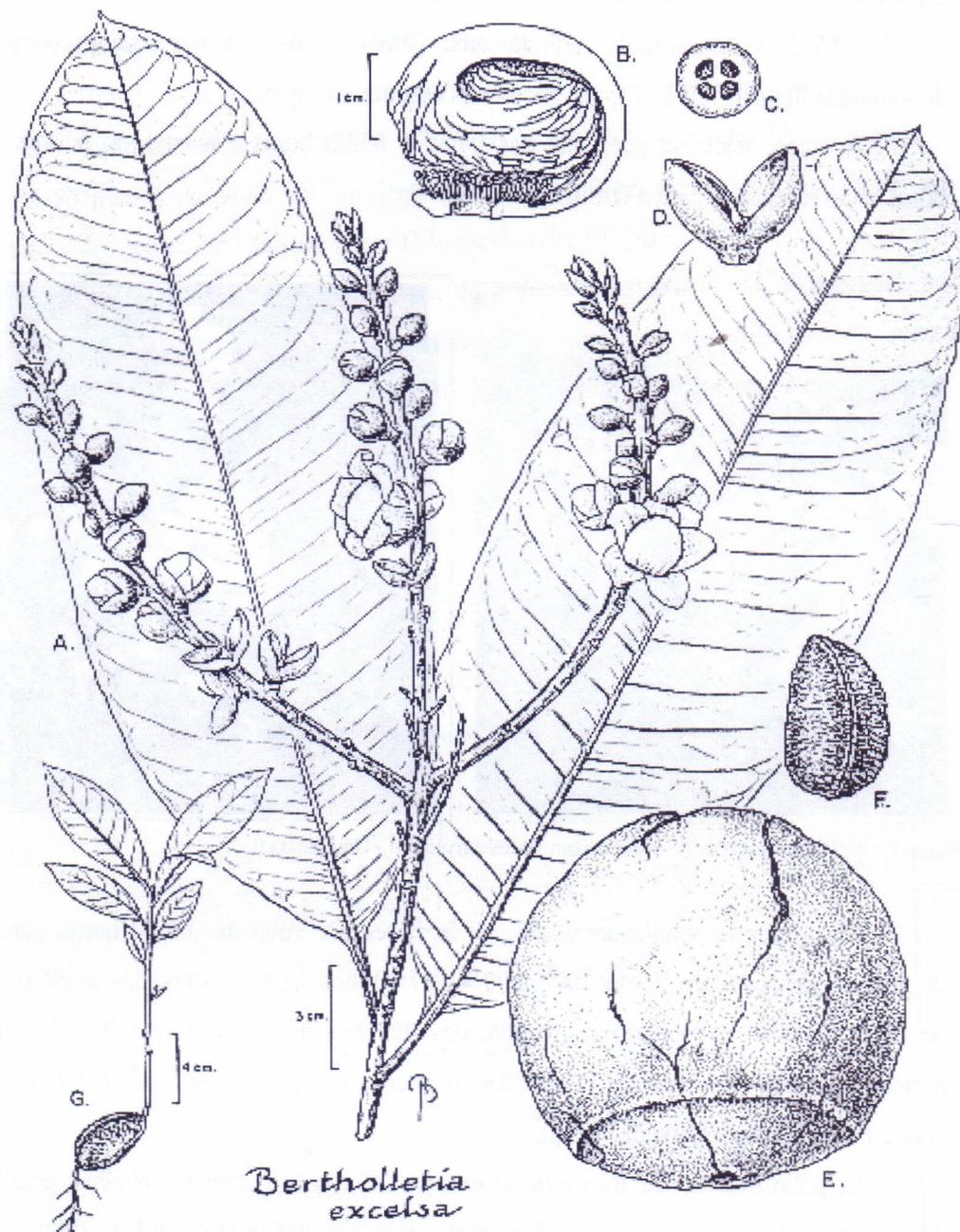


Figura 3 - Prancha de *Bertholletia excelsa* (Fonte: <http://www.nybg.org/bsci/braznut/Illustration.html>).

1.2. *Eulaema mocsaryi* (Friese, 1899)

A subtribo Euglossina pertence à família Apidae (Silveira *et al.*, 2002). As abelhas-das-orquídeas, como são conhecidas as euglossinas, são exclusivamente neotropicais (Oliveira, 2000; Cameron, 2004; Oliveira, 2006b) tendo sido registradas desde o nível do mar até 1600 metros de altitude (Oliveira, 2006a).

Ocorrem preferencialmente em florestas úmidas e densas e, menos comumente, em matas de galeria e formações vegetais abertas (Oliveira, 2000). Trabalhos conduzidos por Oliveira (1994; 1999) verificaram que, em ambientes de floresta de terra-firme (Amazônia Central), machos de *El. mocsaryi* figuraram como espécie rara dentre outras espécies de euglossinas, ao passo que Nelson *et al.* (1985) identificaram as fêmeas dessa espécie comum em vegetação secundária.

Oliveira (2006a) reconhece 26 espécies para o gênero *Eulaema* Lepeletier, 1841. Os indivíduos desse grupo genérico possuem tamanhos entre 20-30 mm, pilosidade relativamente densa e tegumento desprovido de brilho metálico na cabeça e no mesossoma. Todos os tergos são revestidos de pilosidade amarelo-clara a escura (Oliveira, 2006b).

A maioria das Euglossina parece ter o hábito de nidificação solitário (Dressler, 1982). Porém, pode existir várias fêmeas de *Eulaema* sp. em um ninho, todavia, trabalhando independentemente e os mesmos podendo ser reutilizados (Oliveira, 2000).

Eulaema mocsaryi (Friese, 1899) - Figura 4, é uma espécie amplamente distribuída na bacia amazônica estando presente nos países vizinhos, Guianas e Venezuela (Oliveira, 2006b), Suriname e Colômbia (Moure, 2000).

Machos de *El. mocsaryi** são importantes polinizadores de *Cattleya eldorado* Linden (Orchidaceae) na Amazônia Central, os quais são atraídos primariamente pelo odor exalado pela flor e, após aproximação, por estímulo visual - cor, forma e reflexão ultra-violeta das flores (Storti, 2007). Indivíduo dessa espécie, segundo esta autora, continha adicionalmente aderido em seu tórax polinário de outra orquídea, *Catasetum* sp. De acordo com Braga (1976) *El. mocsaryi* (macho) é polinizador efetivo de *Stanhopea candida* Barb. Rodr. (Orchidaceae).

* Abreviação de *Eulaema mocsaryi* = *El. mocsaryi* (Oliveira, 2007 – comunicação pessoal)

Fragâncias de vanilina são importantes iscas-odores na atração de indivíduos machos de *El. mocsaryi* (Oliveira, 1994; Silva & Rebêlo, 1999). Entretanto, Storti, (2007) constatou que machos dessa espécie foram atraídos, principalmente, pelas fragâncias acetato de benzila e salicilato de metila.



Figura 4 - *Eulaema mocsaryi* (fêmea). Corbícula com carregamento polínico e o ferrão exposto.

1. 3. *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789)

As abelhas do gênero *Xylocopa* pertencem à família Apidae, subfamília Xylocopinae, tribo Xylocopini (Ospina, 2000; Leys *et al.*, 2002). Ocorrem da Argentina ao México, incluindo todo o Brasil.

As abelhas carpinteiras, como são conhecidas as *Xylocopa* spp., constroem seus ninhos em árvores mortas ou troncos apodrecidos, escavando-os. Elas fazem galerias ramificadas em troncos ou moirões e galerias não ramificadas em ramos delgados ou em caules ocos, como em entrenós de bambus (*op. cit.*).

A fêmea reprodutora convive com outras fêmeas não fecundadas no mesmo ninho, podendo ser ainda muito jovens, por isso, não reprodutivas, ou velhas que já passaram pela fase reprodutiva, mas que continuam no mesmo ninho (Schlindwein *et al.*, 2003). Dentro do ninho podem transferir néctar e outros líquidos aos conspecíficos (Sakagami e Michener, 1987)

A maioria dos xilocopíneos possui longevidade prolongada das fêmeas, sobreposição de gerações e tolerância a co-específicos no ninho (Schlindwein *et al.*, 2003), características que transitam entre o hábito solitário e social que levaria à eusocialidade (Michener, 1974).

Em geral, as espécies tropicais e subtropicais apresentam bivoltismo (duas gerações produzidas por uma mesma fêmea por ano). Algumas apresentam multivoltismo, podendo ter quatro a cinco gerações por ano. Neste caso, os ninhos são reutilizados (Sakagami & Laroca, 1971).

Em espécies de *Xylocopa* já foram observadas diversas estratégias de acasalamento. Os machos estabelecem territórios, patrulham em áreas longe de recursos florais ou ninhos, ou formam agregações de vários machos para atrair as fêmeas. Patrulhas de machos, em flores preferencialmente visitadas pelas fêmeas, que são comuns em muitas espécies de abelhas solitárias, parecem ser raras em *Xylocopa* (Schlindwein *et al.*, 2003).

Em *Xylocopa frontalis* há um acentuado dimorfismo sexual: as fêmeas são pretas (Figura 5) e os machos ferrugíneos (Hurd, 1978).

Durante o período de acasalamento, os machos jovens retornam inicialmente ao ninho maternal, onde são alimentados pela mãe. Depois de alguns dias passam a ocupar ninhos abandonados e vivem isolados das fêmeas nas horas de vôo; coletam néctar em flores (Schlindwein *et al.*, 2003).

Ninhos racionais para *X. frontalis* (modelo FREITAS e OLIVEIRA FILHO) têm sido propostos para criação em áreas de cultivo para melhorar a polinização, conforme Freitas e Oliveira (2003) e Oliveira Filho e Freitas (2003).



Figura 5 – *Xylocopa frontalis* (fêmea), aproximadamente 35mm. Escopa com carregamento polínico.

A fim de verificar se dois importantes visitantes florais de *Bertholletia excelsa* são influenciados em suas atividades de forrageio às flores dessa planta propôs-se as seguintes hipóteses:

H0 - *X. frontalis* e *El. mocsaryi* não são influenciadas pela presença ou interação com abelhas-sem-ferrão quando visitam as flores de *Bertholletia excelsa*.

H1 - *X. frontalis* e *El. mocsaryi* são influenciadas pela presença e/ou interação com abelhas-sem-ferrão quando visitam as flores de *Bertholletia excelsa*.

2. OBJETIVOS

Diante das hipóteses, acima apresentadas, este trabalho objetivou:

- a) Caracterizar os visitantes florais de *Bertholletia excelsa* na região de Itacoatiara/ AM;
- b) Analisar os comportamentos de interação de visitantes florais, com ênfase em abelhas-sem-ferrão (Apidae: Meliponina) sobre o forrageio de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* em suas visitas às flores de *B. excelsa*;
- c) Analisar a interação de *X. frontalis* e *El. mocsaryi* entre si e
- d) Analisar os carregamentos polínicos extraídos das escopas de *X. frontalis* e das corbículas de *E. mocsaryi*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada no município de Itacoatiara, Estado do Amazonas (coordenadas 58°45'W e 3°02'S), Figura 6. Localizada na rodovia Manaus–Itacoatiara km 215 (Figura 7), a Fazenda Agropecuária Aruanã S.A. possui 12.000 hectares de área e grande extensão de vegetação primária do bioma Amazônia.

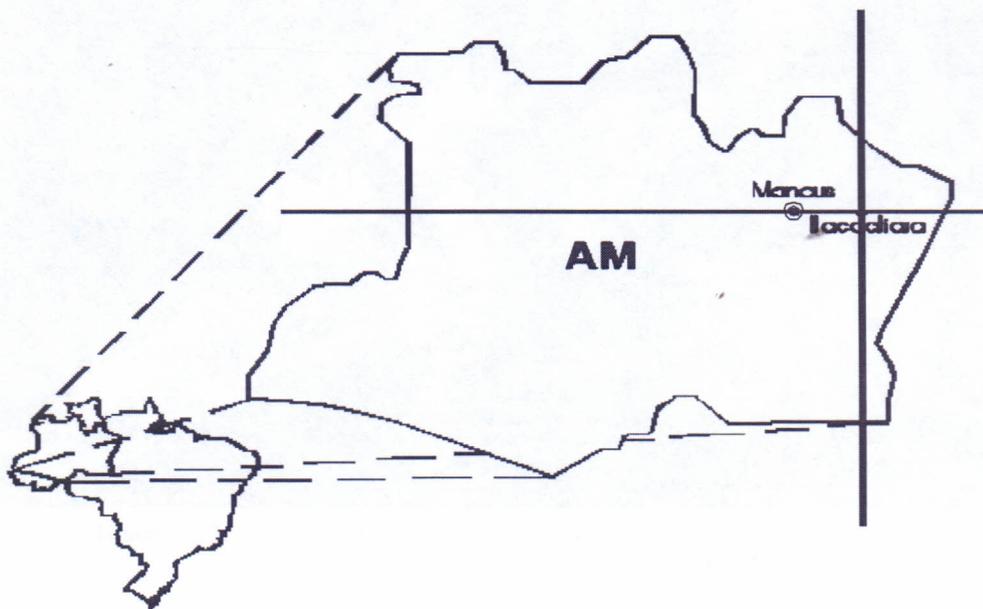


Figura 6 - Localização geográfica do município de Itacoatiara e a capital Manaus (Amazonas).

A temperatura média mensal no município de Itacoatiara entre o período de novembro de 2006 a janeiro de 2007 foi de 27 °C, com a média da umidade relativa de 82%. A precipitação acumulada para o período foi de 753mm (INMET, 2007), Figura 8.

O principal cultivo da fazenda é de *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae), castanheira-do-Brasil, com cerca de 3.000 hectares plantados. São 318.000 árvores enxertadas para a produção de frutos e 679.000 árvores para produção de madeira.

Outro cultivo na localidade é o de pupunha (*Bactris gasipaes*: Arecaceae), o qual abrange 180 hectares com 60.000 palmeiras sem espinhos. Esse plantio destina-se à produção de frutos e sementes, mas, principalmente, para a produção de palmitos.

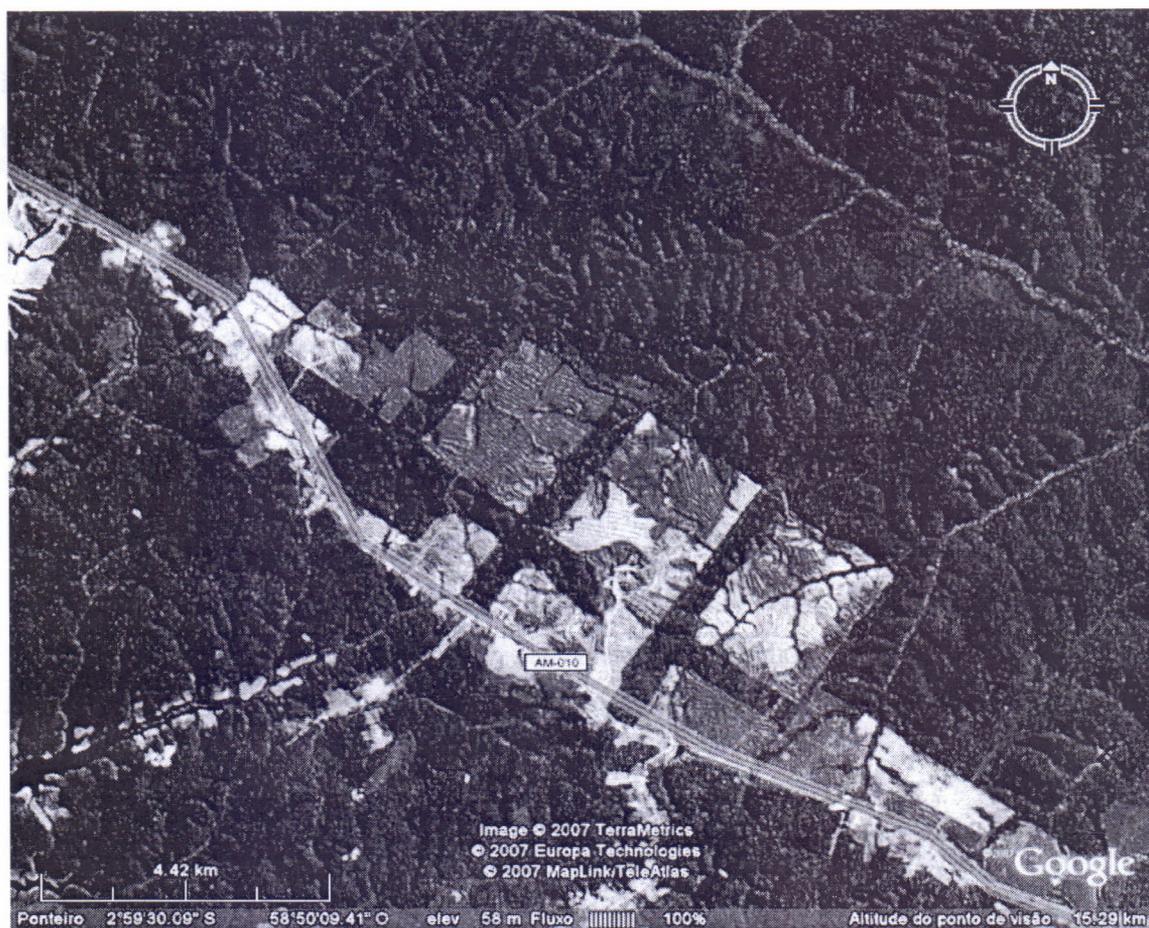


Figura 7 - Vista aérea da fazenda Aruanã situada na parte superior da rodovia AM-10 (Manaus-Itacoatiara, Km 215). Fonte: GoogleEarth (2007).

Entre os cultivos de castanheira há faixas de aproximadamente 15 metros de vegetação secundária onde se pode encontrar, dentre outras plantas: *Bellucia grossularioides* (Melastomataceae), *Cordia nodosa* (Boraginaceae), *Davilla kunthii* (Dilleniaceae), *Endopleura uchi* (Humiriaceae), *Isertia hypoleuca* (Rubiaceae), *Lacistema grandifolium* (Lacistemataceae), *Miconia splendens* (Melastomataceae), *Passiflora coccinea* (Passifloraceae), *Rinorea macrocarpa* (Violaceae), *Solanum rugosum* e *S. stramonifolium* (Solanaceae), *Vismia cayennensis* (Clusiaceae) e *Xylopia benthamii* (Annonaceae).

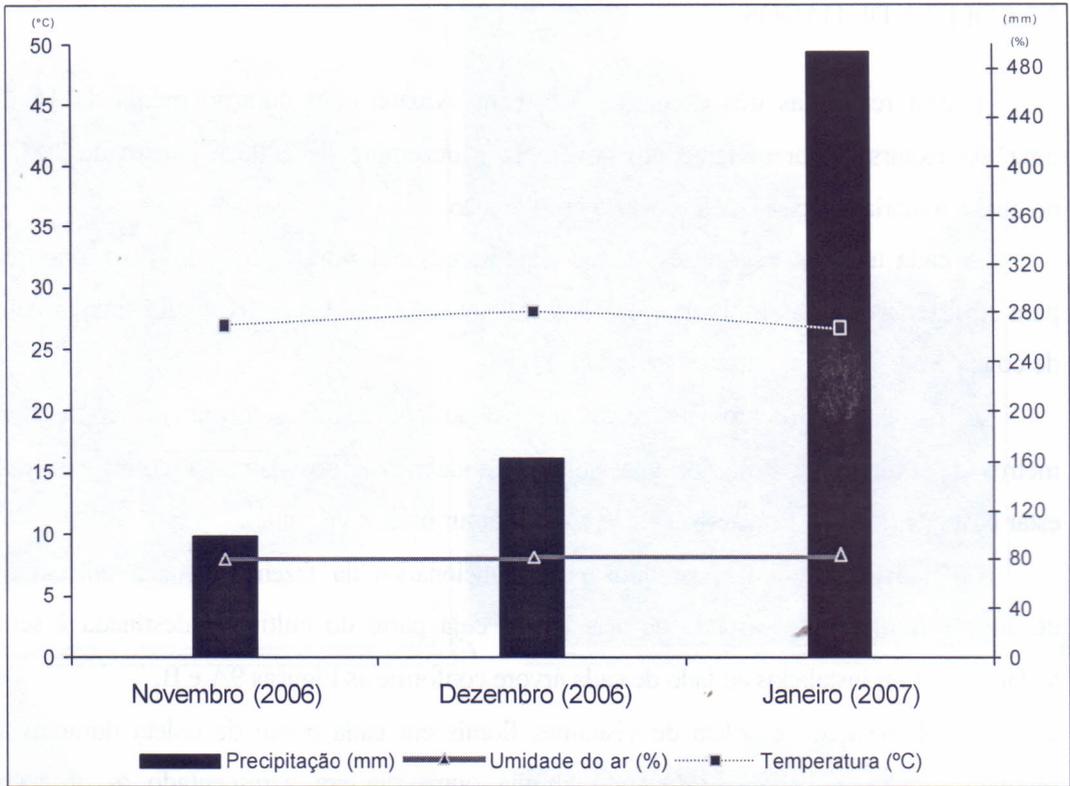


Figura 8 - Médias de temperatura, umidade relativa e precipitação para o município de Itacoatiara, Amazonas (Modificado INMET - 2007).

3.2 COLETA DE DADOS

Foram realizadas três excursões à fazenda Aruanã com duração média de 15 dias cada uma. As excursões foram feitas em novembro e dezembro de 2006 e janeiro de 2007, período no qual a maioria das castanheiras estava em floração.

A cada um dos três meses, acima citados, três indivíduos de *B. excelsa* foram escolhidos para se fazer as coletas e observações dos visitantes florais. Cada árvore foi tratada como ponto de coleta 1 a 9, como mostra a Tabela 1.

A escolha dos pontos de coleta foi baseada da seguinte forma: a) ter no máximo 15 metros de altura para posterior instalação de andaimes e possibilitar a coleta dos dados e b) estar bastante florida - característica que poderia atrair muitos visitantes.

Os andaimes foram construídos pelos funcionários da fazenda Aruanã utilizando madeira de *Bertholletia excelsa* (idade de seis anos), cuja parte do cultivo é destinada à serraria. Os andaimes foram instalados ao lado de cada árvore conforme as Figuras 9A e B.

As observações e coleta de visitantes florais em cada ponto de coleta duraram três dias, segundo mostra a Tabela 1. Quando chovia outro dia era acrescentado às observações até completar 18 horas por árvore. A coleta dos insetos visitantes foi por meio de rede entomológica (Figura 9C), durante o período das 05:00 às 11:00 horas da manhã (Figura 10), após esse período as flores abertas naquele dia começam a cair e novas flores se abrem na manhã seguinte. Os insetos coletados foram depositados em frascos mortíferos contendo acetato de etila e etiquetados para posterior identificação.

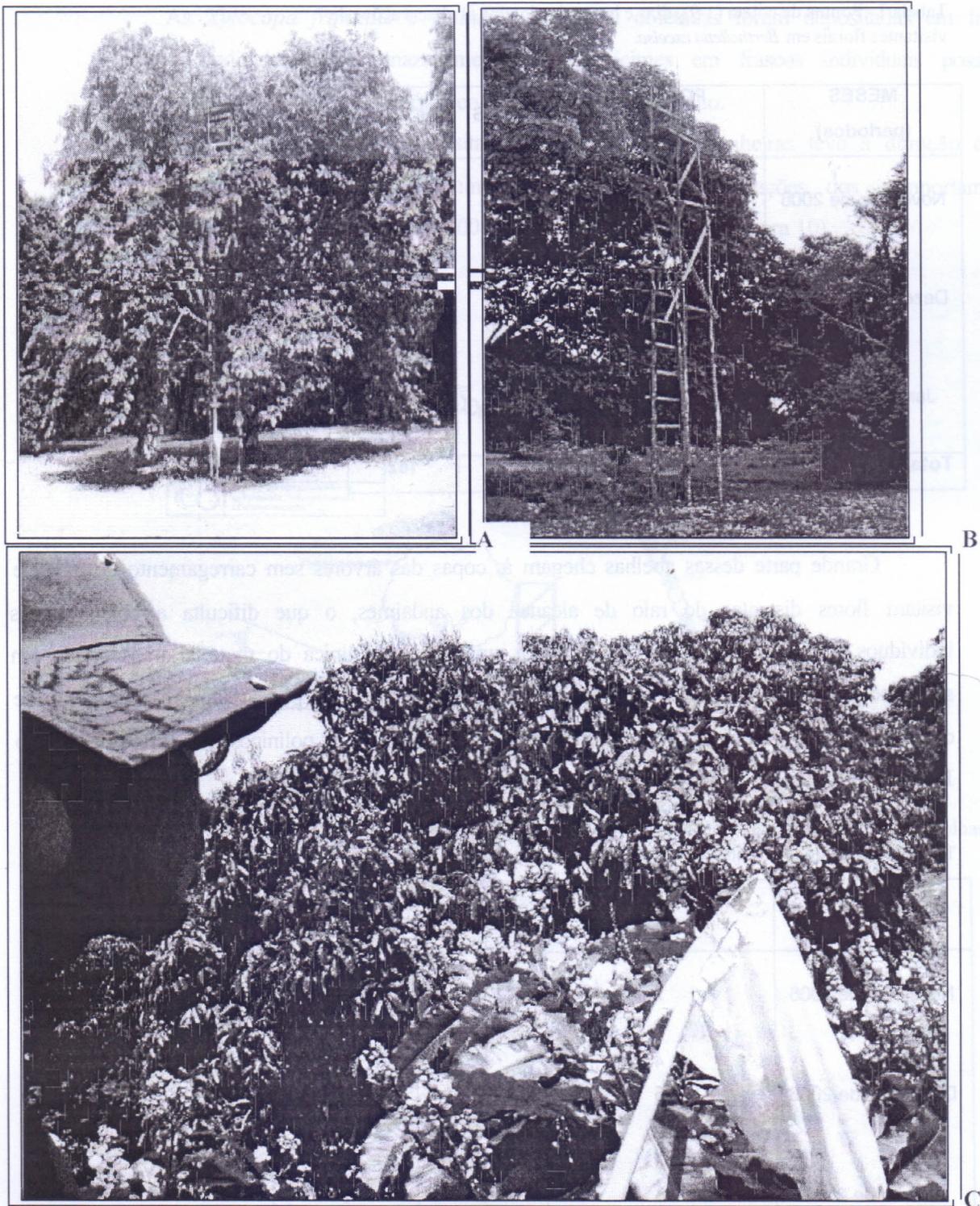


Figura 9 - A e B. Andaimos instalados em dois pontos de coleta. C. Coleta de visitantes por meio de rede entomológica

Tabela 1 - Pontos de coleta (1-9), dias e horas destinados às observações de visitantes florais em *Bertholletia excelsa*.

MESES (períodos)	PONTOS DE COLETA	DIAS	HORAS
Novembro de 2006	1	3	18
	2	3	18
	3	3	18
Dezembro de 2006	4	3	18
	5	3	18
	6	3	18
	7	3	18
Janeiro de 2007	8	3	18
	9	3	18
Total 3	9	27	162

Grande parte dessas abelhas chegam às copas das árvores sem carregamento de pólen e visitam flores distantes do raio de alcance dos andaimes, o que dificulta a coleta desses indivíduos. Desse modo, a fim de se fazer uma análise polínica do material transportado em suas escopas (*X. frontalis*) e corbículas (*El. mocsaryi*) optou-se por coletar em cada ponto de coleta o número de dois indivíduos que portavam carregamentos polínicos. Ao final do trabalho 18 amostras polínicas foram analisadas para cada espécie abelha (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de abelhas coletadas em cada ponto de coleta

MESES	PONTOS DE COLETA	<i>X. frontalis</i>	<i>El. mocsaryi</i>
Novembro de 2006	1	2	2
	2	2	2
	3	2	2
Dezembro de 2006	4	2	2
	5	2	2
	6	2	2
	7	2	2
Janeiro de 2007	8	2	2
	9	2	2
Total 3	9	18	18

As *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* coletadas foram depositadas em frascos mortíferos individuais. O armazenamento dos espécimes em frascos individuais possibilita menor risco de contaminação de pólen coletado por outro indivíduo.

A coleta dos insetos que visitavam as copas das castanheiras teve a duração de 10 minutos com intervalos de 20 minutos destinados às observações dos comportamentos selecionados durante o período das 05:00 às 11:00 horas da manhã (Figura 10).

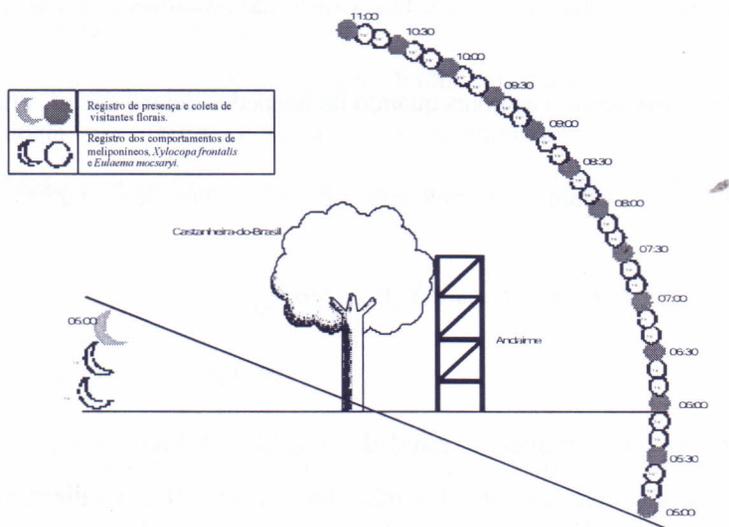


Figura 10 - Horários das coletas dos visitantes florais e das observações dos comportamentos das abelhas nas flores de *B. excelsa*.

Os comportamentos analisados foram os seguintes:

A. *Eulaema mocsaryi* e *Xylocopa frontalis* pairam em frente à flor antes de pousar?

1. Sim, com abelhas; 2. Sim, sem abelhas; 0. Não

B. *El. mocsaryi* e *X. frontalis* abrem as flores com abelhas-sem-ferrão sobrevoando-as?

1. Sim; 0. Não

C. *El. mocsaryi* e *X. frontalis* abandonam as flores enquanto se alimentam quando se aproximam abelhas-sem-ferrão?

1. Sim flores próximas; 2. Sim, flores distantes; 3. Sim, flores afastadas, mas na mesma copa; 0. Não

D. *El. mocsaryi* e *X. frontalis* tentam afastar abelhas-sem-ferrão próximas às inflorescências?

1. Sim; 0. Não

E. *El. mocsaryi* e *X. frontalis* deixam as flores quando há hóspedes dentro das mesmas?

1. Sim; 0. Não

F. *El. mocsaryi* e *X. frontalis* visitam flores onde uma das duas acabou de visitar?

1. Sim; 0. Não

G. Há encontro antagônico entre *El. mocsaryi* e *X. frontalis*?

1. Sim; 0. Não

Cada um dos **sete** comportamentos estudados (A,B,C,D,E,F,G) foi registrado **60** vezes **por período** de observação (novembro/06, dezembro/06 e janeiro/07), totalizando ao final do trabalho (7 x 180) **1260** atividades registradas para cada uma das abelhas, acima citadas.

Adicionalmente, foi feito um levantamento florístico na área de estudo entre as faixas de vegetação secundária que separam um cultivo do outro, próximos aos pontos de coleta. A vegetação primária presente na fazenda e que se encontra mais afastada também foi estudada. Todas as plantas que estavam com flor ou botões florais foram coletadas para identificação, as exsiccatas estão depositadas no Herbário do INPA.

Os botões florais foram levados ao laboratório de Palinologia do INPA para a extração dos grãos de pólen e, posteriormente, foi feita a preparação dos mesmos pelo método de acetólise de Erdtman (1960) - Apêndice II.

Nesse método o conteúdo citoplasmático e a intina (membrana interna) do pólen são eliminados, permanecendo apenas a camada mais externa, a exina. Com isso, características como ornamentação, aberturas e formas dos grãos são mais facilmente visualizadas (Absy *et al.*, 1993) e a identificação dos mesmos facilitada.

Foram preparadas três lâminas de cada espécie de planta, as quais foram utilizadas como lâminas de referência e depositadas na Palinoteca do INPA.

No Laboratório de Palinologia do INPA, 18 *X. frontalis* e 18 de *El. mocsaryi* tiveram seus carregamentos de pólen retirados com estiletos previamente esterilizados (flambados ao rubro). As massas de pólen foram colocadas em tubos de ensaio contendo 2 mL de ácido acético glacial, onde permaneceram por 24 horas até a preparação do material para análise palinológica.

Após a preparação, os grãos foram montados em lâminas de vidro com gelatina glicerinada e, em seguida, foi feita a lutagem das lâminas com parafina. Cada amostra polínica foi composta por três lâminas das quais foram contados 500 grãos de pólen, totalizando 1500 grãos por amostra.

A identificação do pólen foi feita por consulta à literatura especializada e por comparação à Palinoteca do INPA, incluindo a comparação com as lâminas de referências das plantas coletadas na localidade.

Todos os visitantes florais foram montados e etiquetados no Laboratório de Entomologia do INPA e exemplares testemunhos foram enviados a especialistas para identificação. O material tipo está depositado na Coleção de Invertebrados do INPA.

3.3. ANÁLISE DOS DADOS

3.3.1. COMPORTAMENTOS

Os comportamentos apresentados por *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* na presença de outros visitantes florais foram analisados pelos testes do χ^2 (Qui-quadrado, IC = 5%) e Tabela de Contingência (IC = 5%).

3.3.2. FLUXO DE VISITAÇÃO

A fim de verificar as possíveis mudanças nos fluxos de visitas de *Xylocopa frontalis*, *Eulaema mocsaryi* e abelhas-sem-ferrão entre os horários (05:00-11:00) e entre os períodos de observação (novembro/06, dezembro/06 e janeiro/07) utilizou-se o teste Análise de Variância – fator duplo sem repetição (IC = 5%) quando havia normalidade; quando não, fez-se uso do teste de Friedman, seguido por Wilcoxon (IC = 5%).

3.3.3. EXTENSÃO DO NICHOS TRÓFICO

Para análise da extensão do nicho trófico foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H'). Segundo Ramalho *et al.* (1985), esse índice analisa a proporção dos tipos polínicos de i espécies de plantas visitadas em cada mês. Quanto menor H' maior a especificidade da coleta. Este índice é dado pela fórmula:

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i) \quad (1)$$

Onde:

H' = Índice de Diversidade;

p_i = Frequência relativa da espécie i dada por n_i/N ;

n_i = Número de indivíduos da espécie i ;

N = Número total de indivíduos;

S = Número de espécies (Somatório = \sum);

\ln = Logaritmo neperiano.

3.3.4. EQUITATIVIDADE

Utilizou-se o Índice de Equitatividade de Pielou (J'). Conforme Ramalho *et al.* (1985), esse índice é útil porque possibilita verificar o grau de uniformidade das coletas de pólen feitas pelas abelhas no mês considerado. J' pode variar de 0 a 1, ou seja, utilização heterogênea à utilização homogênea de recursos. Este índice é dado pela fórmula:

$$J' = H'/H_{\max} \quad (2)$$

Onde:

H' = Número total de tipos polínicos presentes nas amostras;

H_{\max} = Log neperiano do número total de tipos.

3.3.5. ÍNDICE DE DOMINÂNCIA

Esse índice visou analisar se havia dominância de algum tipo polínico sobre outro presente nos carregamentos de pólen das abelhas estudadas. Quanto mais próximo de 1 maior a dominância de uma ou poucas espécies de plantas sobre as outras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. SEÇÃO I – CARACTERIZAÇÃO DOS VISITANTES FLORAIS

4.1.1. POLINIZADORES

Os polinizadores da castanheira-do-Brasil coletam pólen e néctar de suas flores (Moritz, 1984). Na área estudada - fazenda Aruanã (Itacoatiara/ AM), cujo cultivo de *B. excelsa* atinge 318.000 árvores enxertadas, identificou-se pelo menos 11 espécies de abelhas como potenciais polinizadores da castanheira, segundo a guilda de polinizadores citada por Maués (2002), foram elas: *Bombus transversalis* (Bombina); *Centris dimidiata*, *C. flavifrons*, *C. flavilabris*, *Epicharis zonata* (Centridini); *Euglossa intersecta*, *Eulaema bombiformis*, *El. cingulata*, *El. mocsaryi* (Euglossina); *Xylocopa frontalis* e *X. muscaria* (Xylocopini), conforme mostra a Tabela 3.

Os gêneros de abelhas potenciais polinizadoras estudadas nesse trabalho corroboram aqueles referidos nos trabalhos de Muller (1980); Moritz (1984); Nelson *et al.* (1985); Maués & Oliveira (1998); Maués (2002).

Três espécies de abelhas identificadas como polinizadoras na fazenda Aruanã também foram registradas em outras localidades (região norte do Brasil) para o mesmo plantio, são elas: *B. transversalis*, *El. cingulata* e *X. frontalis* na região de Belém/ Pará, Amazônia Oriental (Maués, 2002) e *El. cingulata* para a região de Manaus/ Amazonas, Amazônia Central (Nelson *et al.*, 1985).

O registro de *El. mocsaryi* como importante visitante floral e potencial polinizadora de *B. excelsa* não havia sido registrada na literatura ainda. Renner (1986) e Renner (1986/1987), trabalhando com biologia floral de *Bellucia grossularioides* (Melastomataceae) e Santiago (1994) estudando os visitantes florais de *Bixa orellana* (Bixaceae), já haviam identificado *El. mocsaryi*, assim como *X. frontalis*, como os principais visitantes dessas plantas na mesma área de estudo.

Tabela 3 - Visitantes florais de *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae) na fazenda Aruanã, município de Itacoatiara (Amazônia Central).

ORDEM	FAMÍLIA	TRIBO (-ini); SUBTRIBO (-ina)	ESPÉCIE
HYMENOPTERA	Apidae	Apina	01. <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
		Bombina	02. <i>Bombus transversalis</i> (Olivier, 1789)
		Euglossina	03. <i>Euglossa intersepta</i> Latreille, 1938
		Euglossina	04. <i>Eulaema bombiformis</i> (Packard, 1869)
		Euglossina	05. <i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)
		Euglossina	06. <i>Eulaema mocsaryi</i> (Friese, 1899)
		Meliponina	07. <i>Aparatrigona impuctata</i> (Smith, 1854)
		Meliponina	08. <i>Cephalotrigona femorata</i> (Smith, 1854)
		Meliponina	09. <i>Frieseomelitta trichocerata</i> Moure, 1943
		Meliponina	10. <i>Geotrigona subgrisea</i> (Schwarz, 1940)
		Meliponina	11. <i>Partamona vicina</i> Camargo, 1980
		Meliponina	12. <i>Tetragona goettei</i> (Friese, 1900)
		Meliponina	13. <i>Tetragona kaieteurensis</i> (Schwarz, 1938)
		Meliponina	14. <i>Trigona branneri</i> Cockerell, 1912
		Meliponina	15. <i>Trigona dimidiata</i> Smith, 1854
		Meliponina	16. <i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900
		Meliponina	17. <i>Trigona guianae</i> Cockerell, 1910
		Meliponina	18. <i>Trigonisca vitrifrons</i> Albuquerque & Camargo, 2007
		Centridini	19. <i>Centris dimidiata</i> (Olivier, 1789)
		Centridini	20. <i>Centris flavifrons</i> (Fabricius, 1775)
		Centridini	21. <i>Centris flavilabris</i> Mocsáry, 1899
		Centridini	22. <i>Epicharis zonata</i> Smith, 1854
		Exomalopsini	23. <i>Exomalopsis analis</i> Spinola, 1853
		Xylocopini	24. <i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)
		Xylocopini	25. <i>Xylocopa muscaria</i> (Fabricius, 1775)
			Megachilidae
	Vespidae		
	Sphecidae		
	Formicidae		
COLEOPTERA	Chrysomellidae		
	Scarabaeidae		
HETEROPTERA	Reduviidae	Apiomerini	
LEPIDOPTERA	Lycaenidae		
THYSANOPTERA	Thripidae		

Nelson *et al.* (1985) coletaram em flores de castanheira *Epicharis rustica*, *Ep. umbraculata*, *Eulaema cingulata*, *El. nigrita* e *Euplusia seabrai* (Euglossina). Fato interessante foi que os autores identificaram as abelhas dos gêneros *Xylocopa*, *Bombus* e *Centris* ocorrendo em vegetação secundária próxima à área estudada, mas não foram vistas visitando *B. excelsa*. Entretanto, em tauari-do-igapó (*Couratari tenuicarpa*: Lecythidaceae), cuja flor se assemelha à de *B. excelsa* (Ribeiro *et al.*, 1999) e, portanto, exige semelhante manipulação de suas flores para coleta de seus recursos florais, os autores identificaram *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* como os principais visitantes. Contudo, Nelson *et al.* (1985) não mencionam o porquê desta preferência por estas duas últimas abelhas.

Maués & Oliveira (1998) e Maués (2002) identificaram 13 espécies de abelhas polinizadoras para a castanheira-do-Brasil no Estado do Pará: *Bombus brevivillus*, *B. transversalis*, *Centris similis*, *Centris* sp., *Epicharis affinis*, *Ep. rustica*, *Eufriesea* sp., *Euglossa* sp., *Eulaema cingulata*, *El. meriana*, *El. nigrita*, *Xylocopa aurulenta* e *X. frontalis*.

Analisando-se os trabalhos de Nelson *et al.* (1985), Renner (1986/ 1987), Santiago (1994) e o atual, verifica-se que quando *Xylocopa frontalis* foi registrada como principal visitante floral de algumas plantas na Amazônia Central, *Eulaema mocsaryi* também recebeu o mesmo status. Interessantemente, essas plantas possuem anteras porcidas (*Bixa orellana* e *Bellucia grossularioides*) ou capuz com estaminóides revolutos (*Couratari tenuicarpa* e *Bertholletia excelsa*) (Ribeiro *et al.*, 1999), cujas estruturas florais são especializadas e seus recursos disponíveis somente a determinados visitantes.

As médias de visitas por horário e período das *Xylocopa frontalis*, *Eulaema mocsaryi* e as abelhas-sem-ferrão estão representadas nas Figuras 11 e 12. Em suma, o pico de atividade dos três táxons juntos se concentrou em torno das 06:30-07:30. Moritz (1984) constatou que entre 07:00-08:00 é quando há a maior produção de néctar e maior receptividade do estigma de *B. excelsa*, desse modo, verifica-se entre seus polinizadores, ao menos *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, razoável sincronia em suas atividades de visitas e potencial para uma boa polinização desse cultivo.

O número de visitas de *X. frontalis* às flores de *B. excelsa* durante os períodos estudados (nov./06, dez./06 e jan./07) não variou significativamente, (ANOVA, $F = 0.762$; $p > 0.05$); porém, em relação aos horários de visitas, houve variação significativa detectada pelo teste de Friedman ($p = 0.017$), seguido pelo teste de Wilcoxon ($Z = 2.489$; $p = 0.012$). Isso ocorreu porque o pico do horário de visitação de *X. frontalis*, 06:30-07:30 (em novembro/06 e dezembro/06) foi, significativamente, deslocado para as 06:00 (janeiro/07), o que, após isso, diminuía drasticamente ao contrário dos meses anteriores, cuja visitação reduzia lentamente.

As abelhas-sem-ferrão e *El. mocsaryi*, entretanto, tiveram os padrões de suas visitas modificados entre os períodos estudados; ambas as espécies variaram significativamente, (ANOVA, $F = 5.634; 8.062$; $p < 0.01$), conforme mostra a Figura 11.

Oliveira (1994 e 1999), trabalhando com iscas-odores para atração de machos de euglossinas, verificou que eles possuem um pico de atividade no início da estação chuvosa (outubro-novembro) na Amazônia Central diminuindo ao longo dos meses seguintes. Oliveira (1999) apontou, ainda, que o pico de atividade diária de *El. mocsaryi* () era em torno das 09:00, diferindo dos registros aqui apresentados – 07:30 para as fêmeas (Figura 12).

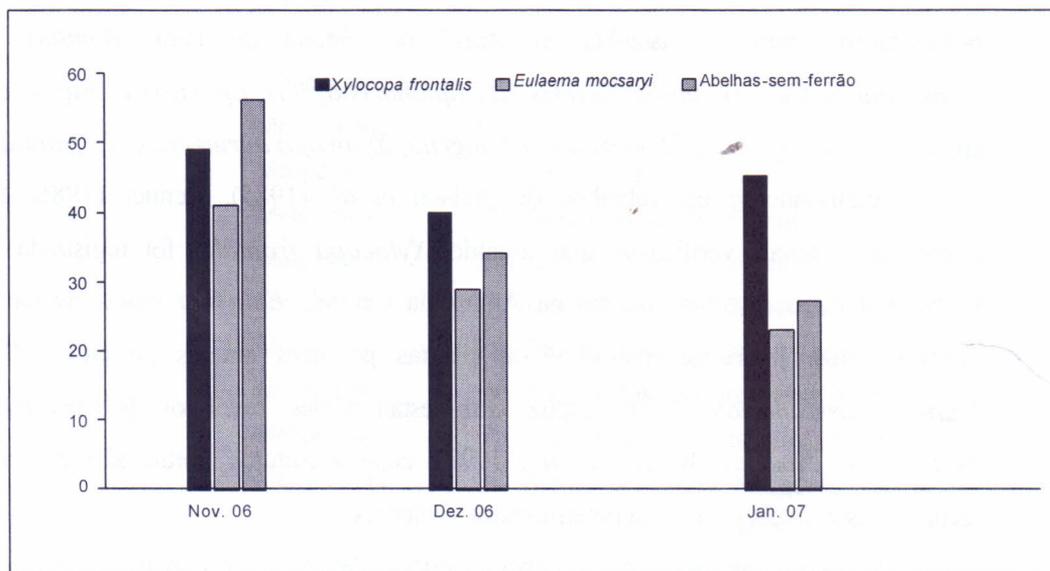


Figura 11 – Média de visitas (unidades) de *X. frontalis*, *El. mocsaryi* e abellas-sem-ferrão às copas das castanheiras em cada período estudado (Nov./06, Dez./06, Jan./07).

Quantidade média de visitas

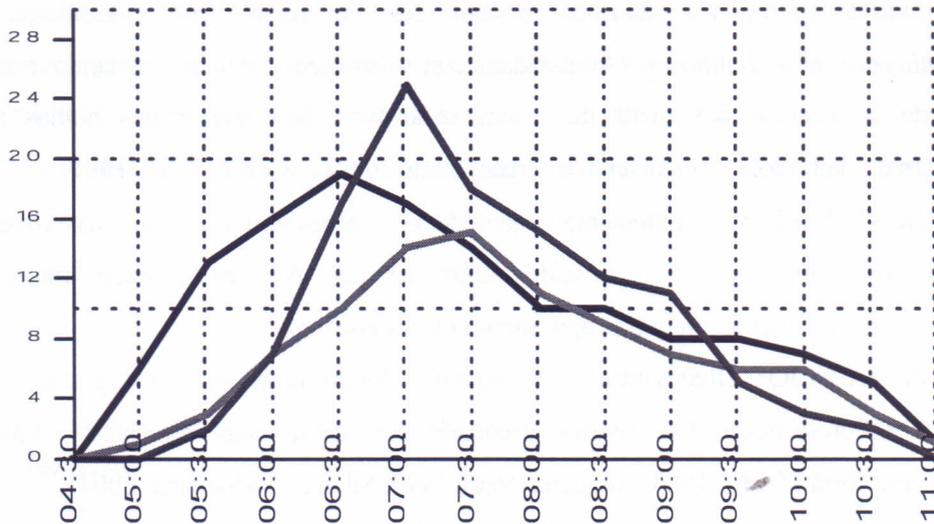


Figura 12 - Média de visitas/ hora às flores de *Bertholletia excelsa* por *X. frontalis* (I), *El. mocsaryi* (I) e *Meliponina* (I) durante o período de novembro/ 06 a janeiro/ 07, na fazenda Aruanã, município de Itacoatiara/ AM.

4.1.2. OUTROS VISITANTES FLORAIS DE *Bertholletia excelsa*

As flores de *B. excelsa* são visitadas, além daquelas abelhas polinizadoras citadas na subseção anterior (3.1.1.), por outras abelhas e demais insetos (Tabela 3). Esses outros visitantes florais possuem variados comportamentos e hábitos alimentares. Nos parágrafos seguintes será feita uma breve descrição dos mesmos e seus comportamentos nas copas de *Bertholletia excelsa*.

FORMIGAS (Formicidae) - transitam pelos ramos, por vezes se aglomeram em botões florais e expulsam eventuais insetos que se aproximam.

BESOUROS (Coleoptera: Chrysomellidae e Scarabaeidae) - caminham pelos ramos e inflorescências. Esses pequenos coleópteros foram vistos muitas vezes se alimentando de pólen ou copulando sobre a lígula e as pétalas das flores de *B. excelsa*. Quando isso ocorre as abelhas *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* não se aproximam dessas flores.

Crisomelídeos também foram registrados visitando flores de *B. excelsa* na região de Belém (Maués, 2002).

Muller (1980) enfatizou, como inseto danoso às flores da castanheira-do-Brasil, besouros do gênero *Cyclocephala* (Scarabaeidae), o qual penetra na flor ainda fechada e destrói os órgãos sexuais da mesma.

Outros coleópteros danosos podem ser encontrados na castanheira. *Hybolabus amazonicus* e *H. columbinus* (Attelabidae) constroem seus “ninhos” cortando e enrolando as folhas de *B. excelsa* nos quais depositam seus ovos. No interior dos ninhos as larvas se alimentam do limbo foliar, empupam e emergem como adultas (Garcia *et al.*, 1997).

BORBOLETAS (Lepidoptera: Lycaenidae) - sobrevoam e pousam nas flores (pétalas e estaminóides), introduzem a probóscide dentro da flor. Não permanecem muito tempo nas copas, abandonam-nas assim que se aproximam outros insetos.

PERCEVEJOS (Reduviidae: Apiomerini) - foram registrados forrageando por entre as folhas e inflorescências. São insetos predadores e dentre suas principais vítimas estão as abelhas-sem-ferrão (Adis, 1984; Nogueira-Neto, 1997; Silva e Gil-Santana, 2004).

TRIPES (Thysanoptera: Thripidae) - embora encontrados nas flores envelhecidas, que não caíam e permaneciam juntas às inflorescências, a maioria desses insetos chega às flores (copas) entre 06:00 e 07:00, principalmente em dias bastantes úmidos. Pousam sobre a lígula e rapidamente entram na flor se alojando entre os estames e o estigma. Foi observado, não raras vezes, abelhas grandes abandonarem as flores onde apenas um indivíduo (tripes) estava presente. Muller (1980) também encontrou tripses em seu estudo e sugere que esses insetos podem participar da polinização da castanheira, porém, em baixíssima proporção, tendo um sucesso de fecundação dos óvulos de apenas 1,35%.

VESPAS (Hymenoptera: Vespidae e Sphecidae) - aparecem constantemente, mas não em grande quantidade. Boa parte delas procuram flores já envelhecidas, de coloração marrom, e passam um bom tempo destruindo as peças florais. Muitas vezes havia tripses e besouros nas flores por elas danificadas.

Maués (2002) identificou as vespídeas *Synoecca surinama*, *Polistes infuscatus* e *Polybia* sp., as quais apareciam entre 09:00 – 11:00 horas, após o pico de visitação dos polinizadores.

ABELHAS (Hymenoptera: Apidae e Megachilidae) - a maior diversidade de visitantes florais em número de espécies foi de abelhas.

Abelhas pequenas que não possuem vigor físico para abrirem as flores da castanheira foram vistas sobrevoando as copas das árvores e/ou tentando alguma passagem forçada para dentro da flor, cuja abertura é protegida pela lígula (Figura 3B): *Apis mellifera* (Apina), *Aparatrigona impuctata*, *Cephalotrigona femorata*, *Geotrigona subgrisea*, *Partamona vicina*, *Trigona dimidiata*, *Trigonisca vitrifrons* (Meliponina), *Exomalopsis analis* (Exomalopsini) e

Megachile cf. *corbiculata* (Megachilini) - Tabela 3, porém essas abelhas apareciam esporadicamente.

Já, outras espécies de abelhas (Meliponina), também identificadas visitando as flores da castanheira, passavam longos períodos sobre as copas das árvores tentando entrar nas flores, coletando grãos de pólen caídos, principalmente nas folhas e/ou interagindo com os polinizadores, dentre eles *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, para ter acesso ao recurso polínico, foram elas: *Frieseomelitta trichocerata*, *Tetragona goettei*, *Te. kaieteurensis*, *Trigona branneri*, *Tr. guianae* e *Tr. fuscipennis*. Essa interação está descrita na Tabela 4 e em maiores detalhes nas seções 4.2.1. e 4.2.3..

Tabela 4 - Abelhas-sem-ferrão (Meliponina) identificadas como oportunistas (O) e pilhadoras (P) de pólen de *Bertholletia excelsa*

Abelhas-sem-ferrão	Estratégias para obtenção de pólen	
<i>Frieseomelitta trichocerata</i>	O	Aproximam-se rapidamente das flores visitadas por polinizadores Coletam grãos de pólen caídos nos limbos foliares; Coletam grãos de pólen de flores cujas lígulas estão entreabertas ou abertas
<i>Tetragona goettei</i> e <i>Tetragona kaieteurensis</i>	O	Aproximam-se, com vôos lentos, em direção às flores com lígulas fechadas; Sobrevoam abelhas grandes e as contatam discretamente
<i>Trigona fuscipennis</i>	P	Atacam abelhas grandes quando estas pousam nas flores; Perfuram as peças florais (lígulas e pétalas) de flores caídas no solo
<i>Trigona guianae</i> <i>Trigona branneri</i>	P	Atacam abelhas grandes quando estas pousam nas flores Tentam entrar nas flores

4.2. SEÇÃO II – ESTUDO COMPORTAMENTAL

4.2.1. FORRAGEIO DE *Xylocopa Frontalis* E *Eulaema mocsaryi* NA PRESENÇA DE VISITANTES FLORAIS DE *Bertholletia excelsa*

Para o melhor entendimento da seqüência dada a esta seção, os comportamentos (A a G) foram hierarquicamente assim organizados:

X. frontalis e *El. mocsaryi* na presença de abelhas-sem-ferrão

1° - (A) Pairar nas flores

2° - (B) Abrir as flores

3° - (C) Abandonar as flores

4° - (D) Afastar meliponinas

X. frontalis e *El. mocsaryi* na presença de besouros e tripses

1° - (E) Deixar as flores

Em relação a *X. frontalis* vs. *El. mocsaryi*

1° - (F) Visitar as mesmas flores

2° - (G) Antagonismo

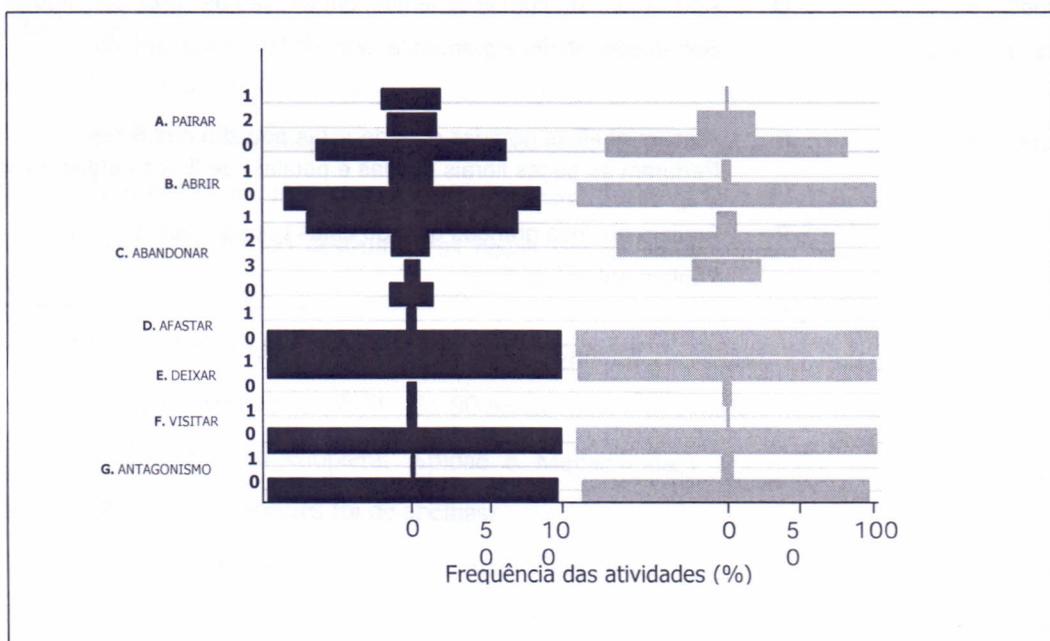


Figura 13 – Frequência de cada comportamento apresentado por *X. frontalis* (I) e *El. mocsaryi* (II) durante suas visitas às flores de *Bertholletia excelsa*. Ver seções 3.2.1.1 a 3.2. para maiores informações. (Programa PAST: Spindle diagram)

4.2.1.1. COMPORTAMENTO A

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* pairam em frente às flores antes de pousarem?

1. Sim, com abelhas-sem-ferrão; 2. Sim, sem abelhas-sem-ferrão; 0. Não.

X. frontalis e *El. mocsaryi* são abelhas grandes que ao chegarem às copas das árvores podem pousar imediatamente sobre as flores, conforme sugerido por Decelles & Laroça (1979), ou podem pairar sobre elas enquanto avaliam as mesmas (observação pessoal). Além disso, para adicionar néctar à massa de pólen (Roubik, 1989) ou limpar as antenas e metassoma empoados de pólen, essas abelhas necessitam pairar em frente das flores. Quando isso ocorre abelhas menores (Meliponina) se aproximam para coletar os grãos de pólen que, eventualmente, caem sobre as folhas ou, então, tentam atacar as abelhas maiores enquanto exibem tais transferências de pólen.

O comportamento A foi significativamente diferente entre *X. frontalis* e *El. mocsaryi* ($\chi^2 = 37.09$; $p < 0.01$). Em relação à situação nº 1, 20% (36 indivíduos) das *X. frontalis*, quando chegavam às copas das árvores, pairaram em frentes às flores quando havia abelhas-sem-ferrão próximas, enquanto que 0.5% (1 indivíduo) das *El. mocsaryi* fizeram o mesmo (Figura 14).

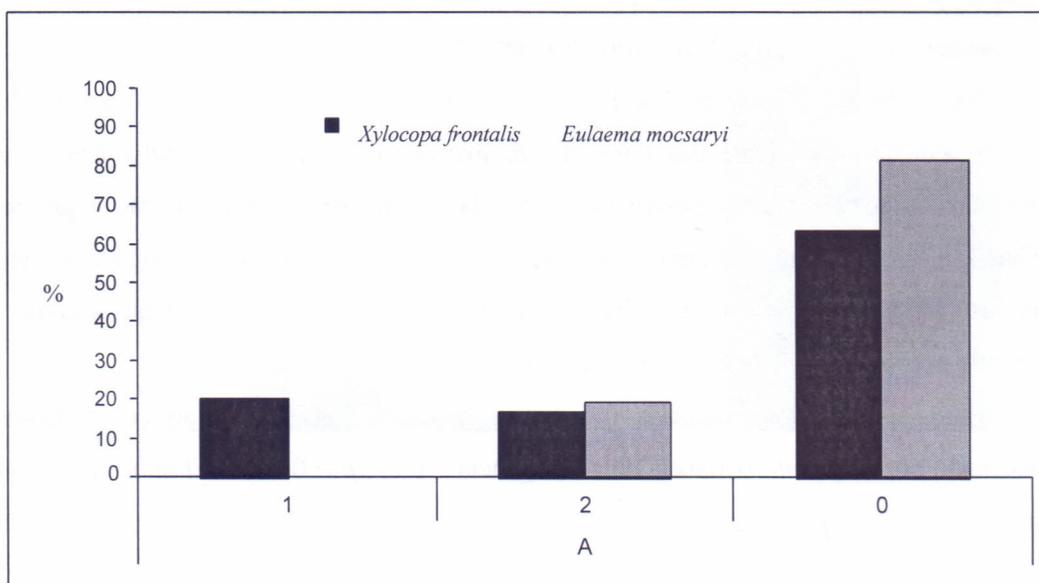


Figura 14 - Comportamento A. *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* pairam em frente à flor antes de pousar? 1. Sim, com abelhas-sem-ferrão; 2. Sim, sem abelhas-sem-ferrão; 0. Não.

Em relação à situação nº 2 do comportamento, 17% (31 indivíduos) das *X. frontalis* e 19.5% (35 indivíduos) das *El. mocsaryi* pairaram em frente das flores sem que houvesse abelhas-sem-ferrão próximas. Pelo que foi observado em campo, esse comportamento pode suscitar duas explicações: a – elas estavam constatando a presença de feromônios deixados nas flores por outras abelhas; b – avaliavam se realmente não havia outros visitantes por perto.

Como a presença de feromônios não foi testada, minha explicação para a situação nº 2 do comportamento A se deve ao fato de que, tanto as *X. frontalis* quanto as *El. mocsaryi*, avaliavam a possível presença de outros insetos dentro das flores ou a aproximação de eventuais visitantes.

Conforme constatado por Renner (1986); Santiago (1994); Kaminski (2001); Manente-Balestieri (2001); Maués (2002); Silva (2005) e Kaminski & Absy (2006) para as espécies de plantas estudadas, *Bombus*, *Eulaema* e *Xylocopa*, por exemplo, podem ser atacadas por abelhas-sem-ferrão, principalmente do gênero *Trigona*, e desse modo, as abelhas maiores aprendem a evitar flores visitadas por meliponinas. O que pode ter sido o caso para a situação nº 2 do comportamento A apresentada pelas *X. frontalis* (17%) e *El. mocsaryi* (19.5%). Muitas vezes quando essas abelhas pairavam em frente das flores sem nenhuma Meliponina, elas viravam para ambos os lados e somente depois disso é que pousavam.

Para a situação nº 0 (negação) do comportamento A, 80% (144 indivíduos) das *El. mocsaryi* pousaram imediatamente sobre as flores assim que chegaram às copas das árvores, ao passo que, 63% (113) das *X. frontalis* fizeram o mesmo.

Na soma das situações **(1-2 [Sim])** 37% (67) das *X. frontalis* e 20% (36) das *El. mocsaryi* pairaram em frente das flores de *B. excelsa*. Portanto, *X. frontalis* tende a avaliar maior número de vezes sobre pousar nas flores da castanheira havendo ou não a presença de abelhas-sem-ferrão. Comportamento este que pode ter sido aprendido ao longo das interações entre as várias gerações dessas abelhas na localidade estudada, fazenda Aruanã, como verificado por Renner (1986) e Santiago (1994).

Entre os períodos estudados não houve mudança significativa do comportamento A apresentado por *X. frontalis* (tabela de contingência = 0.19; $p > 0.05$) e *El. mocsaryi* (tabela de contingência = 0.13; $p > 0.05$)

4.2.1.2. COMPORTAMENTO B

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* abrem as flores na presença de abelhas-sem-ferrão?

1. Sim; 0. Não.

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* fazem várias visitas às flores de um mesmo indivíduo enquanto permanecem nas copas das árvores e, dessa maneira, elas vão tomando conhecimento dos outros visitantes florais, inclusive abelhas-sem-ferrão.

Quando abaixam a lígula, que lhes serve de plataforma de pouso, abelhas-sem-ferrão se aproximam e começam a sobrevoá-las. Então, *X. frontalis* e *El. mocsaryi* podem decidir continuar abrindo as flores ou parar essa atividade.

A expressão desse comportamento variou significativamente entre as duas espécies de abelhas ($\chi^2 = 18.67$; $p < 0.01$). Para a situação nº 1 do comportamento B, 15% (27 indivíduos) das *X. frontalis* arriscaram abrir a lígula na presença de abelhas-sem-ferrão, ao passo que 2% (4 indivíduos) das *El. mocsaryi* arriscaram o mesmo (Figura 15).

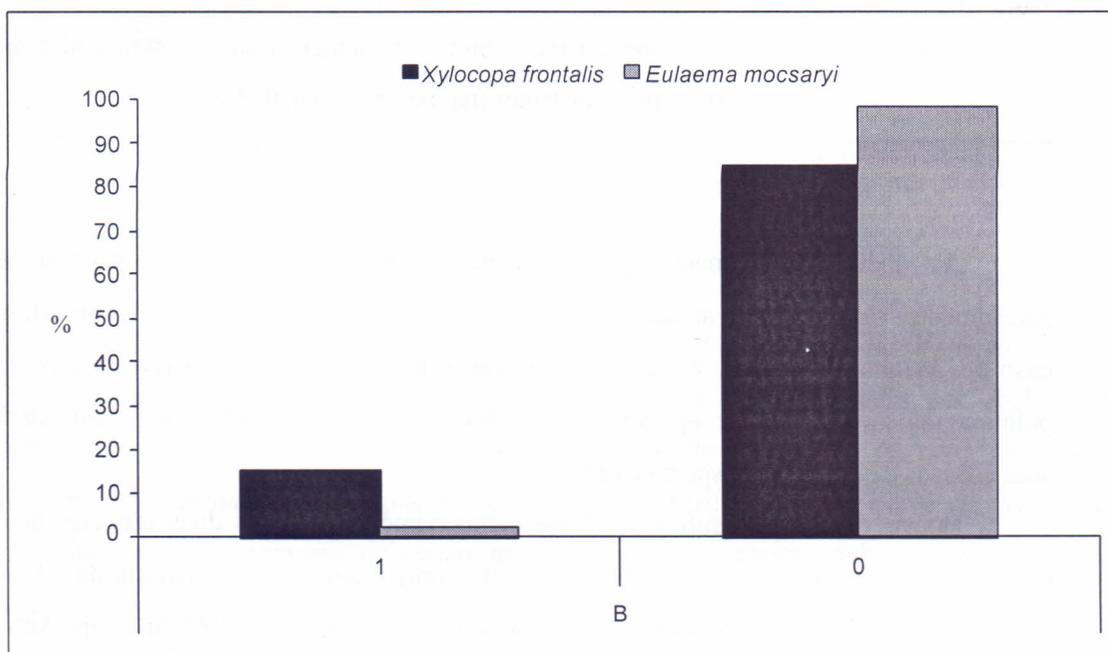


Figura 15 - Comportamento B. *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* abrem as flores com abelhas-sem-ferrão sobrevoando-as? 1. Sim; 0. Não.

A maioria das *El mocsaryi*, 98% (176 indivíduos) e das *X. frontalis*, 85% (153 indivíduos) deixaram de abrir a lígula quando as Meliponina se aproximaram e abandonaram as flores.

Pelas percentagens, acima apresentadas, sugere-se que, embora a maioria das abelhas grandes abandone as flores: a) uma pequena parte das *X. frontalis* (15%) “toleram” melhor a presença das abelhas-sem-ferrão dos que as eulemas (2%), isto é, elas podem não se sentir tão ameaçadas pelo fato das meliponinas as sobrevoarem; b) a coleta de recursos florais - pólen e néctar – pelas *X. frontalis* (15%) pode compensar o custo de serem, eventualmente, atacadas pelas abelhas menores.

Entre os períodos estudados (novembro/06, dezembro/06 e janeiro/07) não houve mudança significativa do comportamento B - *X. frontalis* ($\chi^2 = 1.83$; $p > 0.05$) e *El. mocsaryi* ($\chi^2 = 0,49$; $p > 0.05$).

4.2.1.3. COMPORTAMENTO C

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* abandonam as flores quando se aproximam abelhas-sem-ferrão?

1. Sim, flores próximas (inflorescência);
2. Sim, flores a meia distância (ramos diferentes);
3. Sim, flores distantes (na mesma copa);
0. Não.

As abelhas de tamanho grande quando entram nas flores da castanheira ficam parcialmente vulneráveis a ataques de outros visitantes, inclusive de abelhas-sem-ferrão. No caso de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* quando as mesmas portavam carregamentos polínicos as meliponinas se aproximavam e tentavam retirar os grãos de pólen aderidos em suas escopas e corbículas, respectivamente.

Houve diferença significativa desse comportamento entre as duas espécies de abelhas ($\chi^2 = 224.45$; $p < 0,01$). Para a situação nº 1 do comportamento C, a maioria das *X. frontalis* (70% - 126 indivíduos) quando estavam dentro das flores e perceberam a aproximação ou toque de abelhas-sem-ferrão abandonaram as flores. Porém, se afastaram um pouco indo visitar flores que estavam ou na mesma inflorescência ou em inflorescências vizinhas. Já a minoria das *El. mocsaryi* (6% - 11 indivíduos) apresentou esse mesmo comportamento (Figura 16).

Entretanto, na situação nº 2 do comportamento C ocorreu quase o inverso da situação nº 1 do comportamento C, isto é, a maioria das *El. mocsaryi* (72% - 130 indivíduos) saiu de dentro das flores por “perceber” a presença de meliponinas e foram visitar flores a meia distância daquela que havia sido abandonada, enquanto a menor parte das *X. frontalis* (10% - 18 indivíduos) fizeram o mesmo.

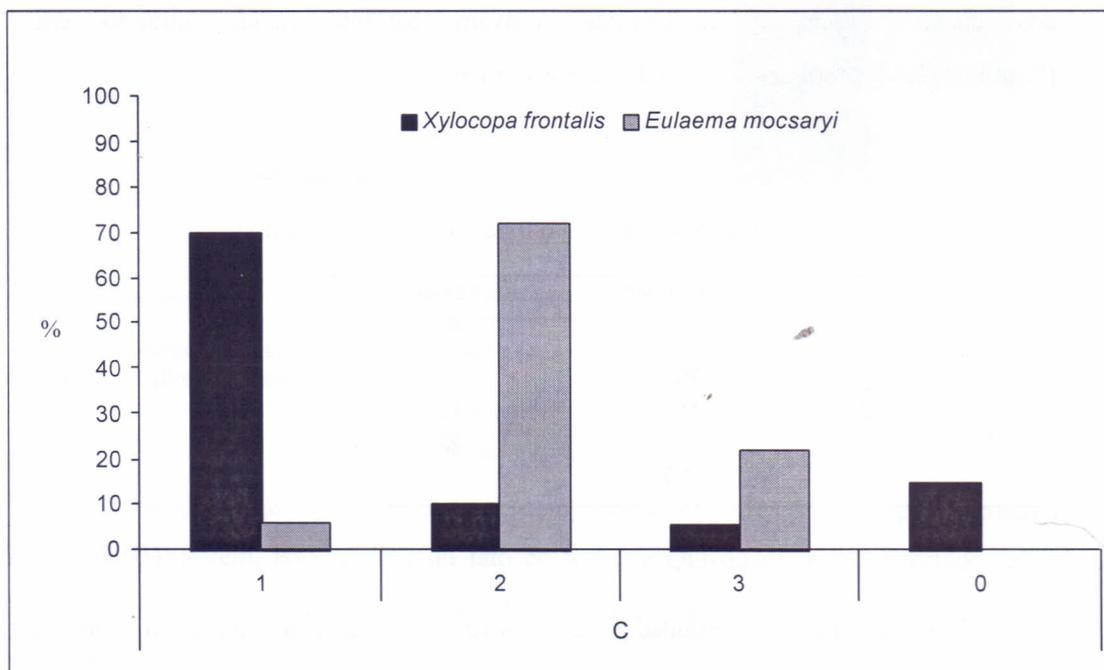


Figura 16 - Comportamento C. *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* abandonam as flores quando se aproximam abelhas-sem-ferrão? 1. Sim, flores próximas (mesmo ramo); 2. Sim, flores a meia distância (ramos diferentes); 3. Sim, flores distantes (na mesma copa); 0. Não.

Para a situação nº 3 do comportamento C 5,5% (10 indivíduos) das *X. frontalis* e 22% (39 indivíduos) das *El. mocsaryi* abandonaram as flores quando tocadas por abelhas-sem-ferrão e se dirigiram para flores distantes, por vezes, do outro lado da copa das árvores; Embora não tenha sido computado a frequência, verificou-se por diversas vezes, que indivíduos de *El. mocsaryi* deixavam as copas das castanheiras pelo contato direto com alguma meliponina.

A análise desse comportamento (C) demonstra que 85,5% (154 indivíduos) das *X. frontalis* (situações nº 1, 2 e 3 [Sim]) abandonam as flores quando percebem e/ou são tocadas em suas escopas por abelhas-sem-ferrão. Contudo, há de se observar que 70% das xilócopas se dirigiram para flores bastante próximas umas das outras (situação nº 1), talvez julgando que

as meliponinas fossem deixar de persegui-las. Além disso, 14,5% (26 indivíduos) das *X. frontalis* (situação nº 0; negação) continuaram dentro das flores coletando os recursos florais enquanto as meliponinas as sobrevoavam ou contactavam.

Por outro lado, 100% (180) das *El. mocsaryi* abandonaram as flores (situações nº 1, 2 e 3 [Sim]), sendo que dessas, 94% (169) (situações nº 2 e 3 [Sim]) afastavam-se para flores mais distantes nas copas das árvores. Quando as *El. mocsaryi* abandonavam as flores devido aos contatos com as meliponinas voavam bastante rápido girando em círculos (“cambalhotas”) produzindo zumbidos sonoros no ar.

Tabela 5 - Resumo das situações nº 1, 2, 3 e 0 par ao comportamento C

		<i>X. frontalis</i>	<i>El. mocsaryi</i>
		%	%
C	1	70	6
	2	10	72
	3	5,5	22
	0	14,5	0

Entre os períodos estudados não houve mudança significativa do comportamento C para as *X. frontalis* (tabela de contingência = 0.17; $p = 0.44$) e *El. mocsaryi* (tabela de contingência = 0.10; $p = 0.71$).

4.2.1.4. COMPORTAMENTO D

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* tentam afastar abelhas-sem-ferrão próximas às inflorescências?

1. Sim; 0. Não.

As *X. frontalis* (3% - 6 indivíduos) raras vezes tentaram afastar abelhas-sem-ferrão das flores (situação nº 1; comportamento D). Nenhuma tentativa foi observada para *El. mocsaryi* (0%) - Figura 17.

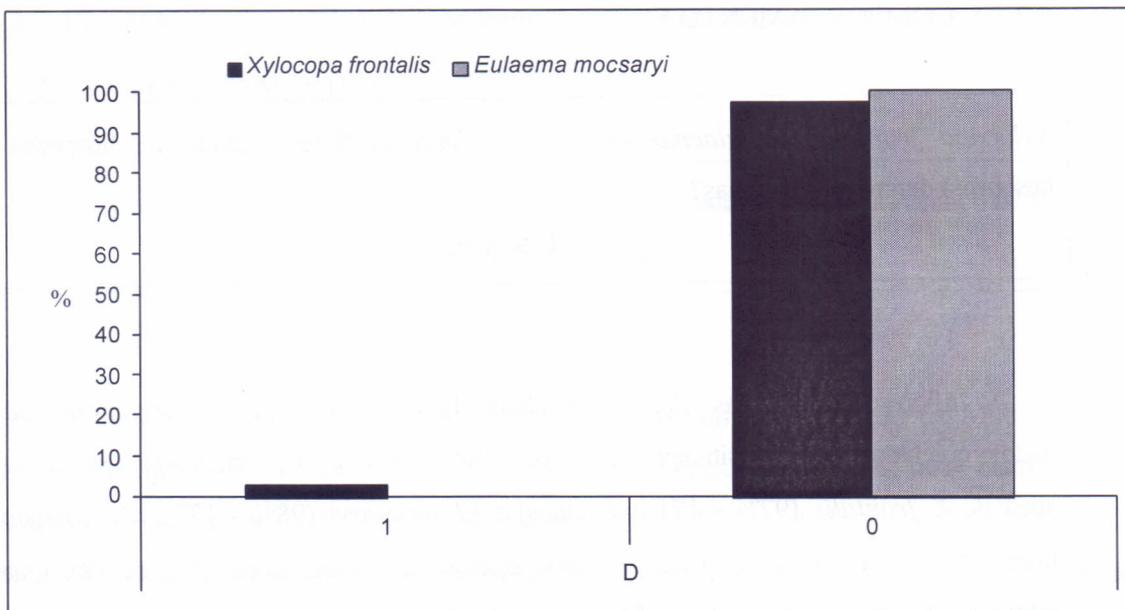


Figura 17 - Comportamento D. *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* tentam afastar abelhas-sem-ferrão próximas às inflorescências? 1. Sim; 0. Não.

Houve diferença significativa desse comportamento entre as xilócopas e eulemas ($\chi^2 = 6.10$; $p < 0.05$), porém, isso se deve ao fato do teste de Qui-quadrado ter detectado valor igual a 0 (*El. mocsaryi*), pois os registros para *X. frontalis* foram quase tão baixos quanto os de *El. mocsaryi*.

Entre os períodos estudados não houve variação dos comportamentos para ambas espécies de abelhas ($\chi^2 = 1.03$; $p > 0.05$).

Analisando-se os comportamentos A, B, C e D (Figuras 13-16) verifica-se que as *X. frontalis* e *El. mocsaryi* respondem de maneiras diferentes às abordagens das meliponinas. Isto é, as *X. frontalis* parecem resistir melhor às aproximações das meliponinas (20% para a situação nº 1 do comportamento A; 15% para a situação nº 1 do comportamento B) ou parecem se arriscar mais para coletar recursos florais (14,5% para a situação nº 0 do comportamento C). Já as *El. mocsaryi* parecem evitar a menor aproximação. Como constatado, nenhuma delas permaneceu próximas de abelhas-sem-ferrão (0% para a situação nº 0 do comportamento A) e 98% deixaram de abrir as flores das castanheiras quando as meliponinas se aproximavam (situação nº 0 do comportamento B). Além disso, nenhum indivíduo de *El. mocsaryi*, continuou dentro da flor quando tocadas pelas meliponinas (0% para a situação nº 0 do comportamento C).

4.2.1.5. COMPORTAMENTO E

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* deixam as flores quando há hóspedes (tripes e besouros) dentro das mesmas?

1. Sim; 0. Não.

Inflorescências cujas flores continham besouros e tripses foram monitoradas. Pelos dados coletados para a situação nº 1 do comportamento E, verifica-se que a maioria das abelhas, *X. frontalis* (97% - 174 indivíduos) e *El. mocsaryi* (98% - 177), não coletam recursos florais de *B. excelsa* quando há pequenos insetos dentro das flores (Figura 18). Quando eles estavam presentes *X. frontalis* e *El. mocsaryi* agiam estranhamente dentro das flores, como que assustadas, e produziam um zumbido dentro das mesmas, abandonando-as logo em seguida.

Não houve diferença significativa desse comportamento entre ambas espécies de abelhas ($\chi^2 = 1.02$; $p > 0.05$). Assim como, não houve mudança significativa do comportamento E entre os períodos estudados - *X. frontalis* ($\chi^2 = 3.1$; $p > 0.05$) e *El. mocsaryi* ($\chi^2 = 2.03$; $p > 0.05$)

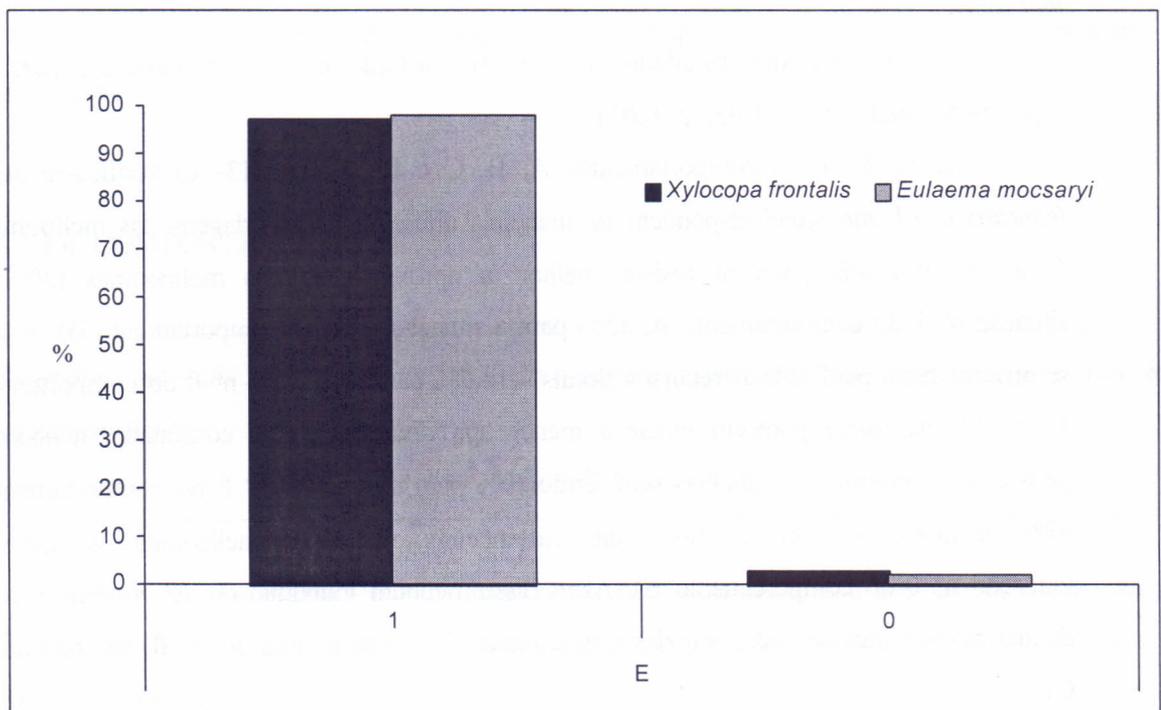


Figura 18 - Comportamento E. *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* deixam as flores quando há tripses e besouros dentro das mesmas? 1. Sim; 0. Não.

4.2.2. INTERAÇÃO ENTRE *Xylocopa frontalis* E *Eulaema mocsaryi*

4.2.2.1. COMPORTAMENTO F

Xylocopa frontalis e *Eulaema mocsaryi* visitam flores onde uma das duas acabou de visitar?

1. Sim; 0. Não

Conforme mostra a Figura 19, os dados corroboram a constatação de Muller (1980) que afirma que as *Xylocopa* visitam apenas flores virgens, razão pela qual essas abelhas diminuiriam suas visitas à *B. excelsa* ao longo da manhã. No estudo presente, 97% das *X. frontalis* agiram dessa maneira. Além disso, as *El. mocsaryi* (99%) também não visitam as flores já freqüentadas pelas *X. frontalis*. Contudo, verificou-se que aquelas flores que já haviam sido visitadas por uma das duas espécies de abelhas, algum tempo depois (30 min. em média), eram novamente visitadas por ambas as espécies.

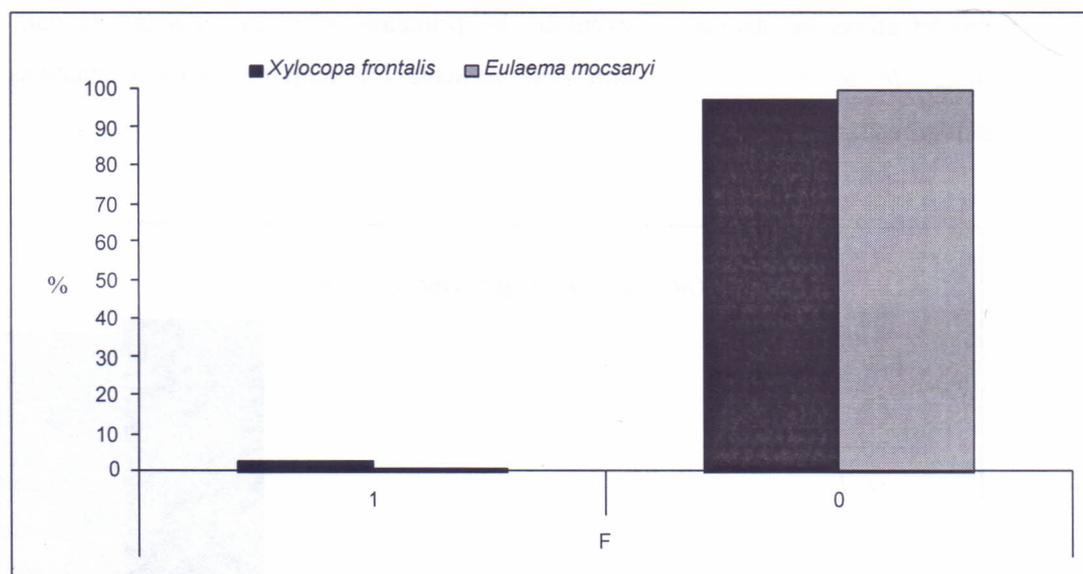


Figura 19 - Comportamento F. *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* visitam flores onde uma das duas acabou de visitar? 1. Sim; 0. Não

Não houve diferença significativa entre as duas espécies de abelhas ($\chi^2 = 1.31$; $p > 0.05$), assim como, não houve mudança significativa entre os períodos estudados - *X. frontalis* ($\chi^2 = 5.34$; $p > 0.05$) e *El. mocsaryi* ($\chi^2 = 4.04$; $p > 0.05$).

4.2.2.2. COMPORTAMENTO G

Há encontro antagônico entre *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi*?
1. Sim; 0. Não

Como as duas espécies de abelhas escolhidas para esse trabalho, *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, eram as duas principais visitantes florais das castanheiras na fazenda Aruanã, esperava-se que, por elas compartilharem a mesma fonte alimentar (*B. excelsa*), pudesse haver encontros antagônicos entre elas.

O teste do Qui-quadrado registrou diferença significativa ($\chi^2 = 4.60$; $p < 0.05$) para o comportamento G entre essas espécies. Isso porque esse teste detectou algoritmo extremamente baixo para *X. frontalis* ($n = 1$ observação). Todavia, conforme apresentados na Figura 20, os dados indicam que esse comportamento raramente ocorreu entre as duas espécies de abelhas. Apenas 4% dos encontros de *El. mocsaryi* com as *X. frontalis* resultaram em tentativas de ataques ou expulsão das primeiras sobre as segundas. Já para os encontros das *X. frontalis* com as *El. mocsaryi*, somente 1% deles resultou em tentativas de ataque ou afastamento das flores.

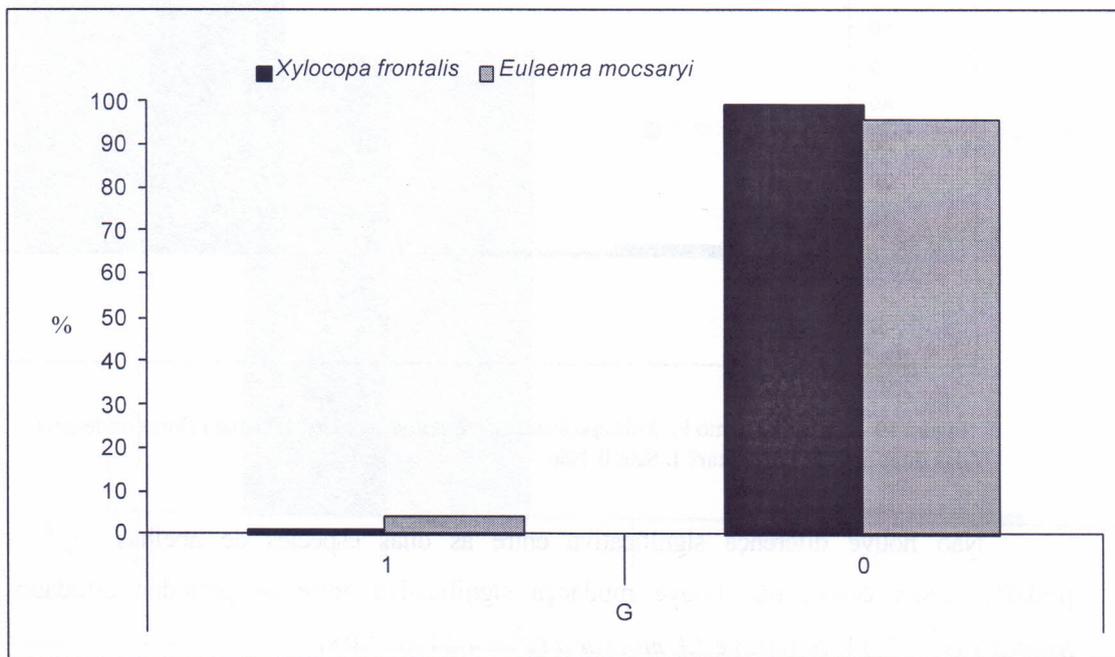


Figura 20 - Comportamento G. Há encontro antagônico entre *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi*?
1. Sim; 0. Não

Embora tenha havido poucos encontros de confrontos entre as duas espécies, observou-se que, com frequência, elas pareciam claramente se evitar. Ou seja, quando uma das duas ou ambas se direcionavam para as mesmas flores, ou inflorescências vizinhas, pareavam-se no ar e se afastavam uma da presença da outra imediatamente. Por fim, dirigiam-se a inflorescências bastante afastadas.

Entre os períodos estudados não houve mudança significativa do comportamento G para as *X. frontalis* ($\chi^2 = 2.03$; $p > 0.05$) e *El. mocsaryi* ($\chi^2 = 2.46$; $p > 0.05$)

X. frontalis e *El. mocsaryi* podem ter desenvolvido mecanismos comportamentais que permitem a elas forragearem nas mesmas fontes mesmo quando ambas são bastante frequentes. Uma das definições da palavra estratégia para Johnson e Hubbell (1975) é: espécies diferentes utilizam um conjunto de características adaptativas (estratégias) diferentes frente a um mesmo ambiente. Desse modo, *X. frontalis* e *El. mocsaryi* coexistem nas mesmas fontes em picos de horário diferentes (Figura 12) e forte mecanismo de evitação (Figura 20).

4.2.3. ABELHAS-SEM-FERRÃO OPORTUNISTAS E PILHADORAS: ESTRATÉGIAS PARA OBTENÇÃO DE RECURSOS FLORAIS ÀS CUSTAS DE OUTRAS ABELHAS

Estudos com quatro plantas na Amazônia Central - *Bixa orellana*, Bixaceae (Renner, 1986); *Bellucia grossularioides*, Melastomataceae (Santiago, 1994); *Couratari tenuicarpa*, Lecythidaceae (Nelson *et al.*, 1985); *Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae (trabalho atual) – interessante, constataram que *Xylocopa frontalis* atuou conjuntamente com *Eulaema mocsaryi* como as duas principais visitantes florais para aquelas plantas. As flores das duas primeiras plantas possuem anteras poricidas e as flores das lecitidáceas citadas possuem capuzes com estaminóides revolutos (Ribeiro *et al.*, 1999) que necessitam ser polinizadas por abelhas especializadas, mas que tais características não impedem que outros insetos as visitem.

As flores de *Bertholletia excelsa* são manipuladas e, polinizadas, apenas por uma guilda de polinizadores (*Xylocopa*, *Eulaema*, *Epicharis*, *Bombus* e *Centris*) com vigor físico, tamanho compatíveis e comportamentos adequados para abaixar a lígula e acessar os órgãos reprodutivos (Muller, 1980; Nelson *et al.*, 1985; Mori e Prance, 1987a; Maués e Oliveira, 1998; Maués, 2002). Contudo, abelhas que não têm acesso aos recursos florais daquelas plantas apresentam comportamentos que permitem a elas coletar grãos de pólen de *B. excelsa* (observação pessoal).

Segundo Roubik (1989), o comportamento de forrageio está sujeito ao processo de aprendizagem por tentativa-e-erro executado ao longo das gerações das espécies de abelhas. Por exemplo, abelhas pequenas da subtribo Meliponina (*Trigona hyalinata*, *Tr. pallens*, *Tr. fuscipennis* e *Tetragona clavipes*) foram vistas visitando as flores da castanheira-do-Brasil na região de Belém/ PA (Maués, 2002). De acordo com a autora, aquelas meliponinas utilizavam estratégias antagônicas para ter acesso aos grãos de pólen dessas flores, ou seja, operárias de *Tr. fuscipennis*, de alguma forma entravam nas flores e afastavam os polinizadores (*Bombus* e *Xylocopa*) que chegavam às flores mordiscando regiões de seus corpos.

Na fazenda Aruanã, seis espécies de meliponinas (*Aparatrigona impuctata*, *Cephalotrigona femorata*, *Geotrigona subgrisea*, *Partamona vicina*, *Trigona dimidiata*, *Trigonisca vitrifrons* - Tabela 3) foram registradas visitando esporadicamente as flores das castanheiras e, por isso, pouco contribuíram para influenciar o comportamento de forrageio de *X. frontalis* e *El. mocsaryi*. Contudo, outras meliponinas (*Frieseomelitta trichocerata*, *Tetragona goettei*, *Tetragona kaieteurensis*, *Trigona branneri*, *Trigona guianae* e *Trigona fuscipennis* - Tabela 4) apareceram com expressiva frequência nas flores de *B. excelsa* e, por

permanecerem longos períodos sobre as copas das árvores, acabavam interagindo com as xilócopas e eulemas modificando-lhes suas atividades de visitas às flores (Figuras 13 – 16).

Renner (1986), Renner (1986/ 1987) e Santiago (1994) também constataram, na fazenda Aruanã, espécies de *Trigona* em flores de *Bellucia grossularioides* e espécies de *Trigona* e *Paratrigona* em flores de *Bixa orellana*, respectivamente. Essas plantas possuem anteras poricidas que, segundo Buchmann (2004), precisam ser vibradas por abelhas dos gêneros *Bombus*, *Centris*, *Melipona* e *Xylocopa*, por exemplo, para liberarem os grãos de pólen e serem, conseqüentemente, polinizadas. As abelhas dos gêneros *Apis* e *Trigona* são incapazes de vibrarem as anteras poricidas, afirma o autor.

O impedimento proporcionado por aquelas flores com anteras poricidas pode ter contribuído para que *X. frontalis* e *El. mocsaryi* tivessem seus carregamentos polínicos roubados por operárias de *Trigona*, uma vez que espécies desse gênero (*Trigona*) não conseguem vibrar anteras poricidas (Buchmann, 2004) e podem utilizar estratégias agressivas para forragear (Johnson & Hubbell, 1975) ou se defenderem por meio de suas fortes e denteadas mandíbulas (Michener, 1974).

Vê-se, portanto, que a estrutura e a disposição das partes florais podem impedir o acesso ao pólen e ao néctar por certos visitantes (Fenster *et al.*, 2004), mas que tal impedimento pode ser contornado por meio de adaptações comportamentais e morfológicas apresentadas pelas abelhas (Ferreira, 2003). Nieh *et al.* (2005), por exemplo, registraram vários níveis de agressividade de *Tr. spinipes* em alimentadores artificiais que atacavam em pequenos a médios grupos as operárias de *M. rufiventris*, as quais também respondiam a tais ataques.

No presente estudo foi verificado que três espécies de *Trigona* (*Tr. branneri*, *Tr. guianae* e *Tr. fuscipennis*) visitavam em pequenos grupos e com frequência as flores da castanheira. As três espécies atacavam as abelhas maiores (*X. frontalis*, *El. mocsaryi*, *El. bombiformis* e *Centris zonata*, por exemplo), principalmente quando portavam carregamentos polínicos. *Tr. branneri* e *Tr. guianae*, além disso, tentavam entrar nas flores e *Tr. fuscipennis* formavam grandes aglomerações sobre as flores que caíam no chão.

Peralta (1999) ressalta que *Tr. branneri* possui hábitos indesejáveis pois visitam matéria fecal. Além disso, esse autor sugere, inclusive, que elas poderiam ser nocivas à agricultura, pois cortam gemas florais podendo, em alguns casos, serem vetoras de doenças entre as plantas.

Maués (2002) também constatou a ocorrência de *Tr. fuscipennis* em cultivo de castanheira (Belém/ Pará), essas abelhas voavam em pequenos grupos e, vez e outra, atacavam

as mamangavas em pleno vôo ou quando elas pousavam nas flores, expulsando, desse modo, os polinizadores, como, por exemplo, *Bombus* e *Xylocopa*.

Johnson & Hubbell (1975) sugerem que as *Trigona* por forragearem em grupos médios a grandes, podem utilizar técnicas agressivas na competição por recursos. Os autores citam como exemplo, *Tr. fuscipennis* as quais interagiam negativamente com *Trigona fulviventris* em flores de *Cassia biflora* (Fabaceae: Caesalpinioidea) – cujas anteras são porcidas - em uma região do Panamá.

Sazima & Sazima (1989) observaram operárias de *Trigona spinipes* impedindo as visitas de *Xylocopa frontalis* e *X. suspecta* às flores de maracujá (*Passiflora edulis* Sims: Passifloraceae). Os autores concluíram que *Tr. spinipes* foram responsáveis pela considerável diminuição das visitas de xilócopas dentro do cultivo de maracujá.

Kaminski (2001) e Kaminski & Absy (2006) observaram em floresta de terra-firme da Amazônia Central competição por recursos florais de apuí (*Clusia insignis* Mart.: Clusiaceae). Indivíduos de *Ptilotrigona lurida* e *Trigona williana* expulsavam abelhas Euglossina das flores. Kaminski (2001) constatou também o inverso, isto é, *Euglossa* cf. *avicula* e *Euglossa* cf. *stilbonata*, não permitiam a aproximação de outras abelhas quando estavam forrageando em uma flor e expulsavam as abelhas próximas com ataques utilizando as mandíbulas ou por meio do ferrão quando pousadas.

Manente-Balestieri (2001) analisou no bioma Pantanal, região de Corumbá, Mato Grosso do Sul, que *Trigona chanchamayoensis* dominava fontes de alimento próximas de seu ninho (30-100 metros) e impediam o acesso a tais recursos florais por operárias de *Apis mellifera* e *Melipona favosa orbigny*. A autora constatou, inclusive, que abelhas grandes como *Bombus* e *Xylocopa*s eram atacadas e expulsas por *Tr. chanchamayoensis*.

Essa agressividade por parte das *Trigona* não as impossibilita, entretanto, de serem efetivas polinizadoras de outras plantas. *Tr. guianae*, segundo Conceição *et al.* (2004), apresentou alta eficácia no transporte de grãos de pólen de *Cocus nucifera* L. (Arecaceae), planta anemófila que, dependendo do isolamento geográfico ou velocidade dos ventos, podem ter nas abelhas, e formigas, importantes polinizadores.

Outra *Trigona* agressiva observada nesse trabalho, *Tr. branneri*, de acordo com Maués e Couturier (2002) agiu como polinizador efetivo de *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, mirtácea melhor conhecida como camu-camu. *Tr. branneri* também foi importante visitante de *Vouacapoua americana* Aubl. (Fabaceae), segundo informam Maués e Santos (2003).

Os sucessivos ataques de *Tr. branneri*, *Tr. guianae* e *Tr. fuscipennis* sobre *X. frontalis* e *El. mocsaryi* citados em parágrafos precedentes, podem ter desenvolvido um mecanismo de

rejeição por parte das abelhas maiores a qualquer abelha (pequena) que se aproximem ou toquem nelas.

Outras meliponinas, por exemplo, que não agressivas, também contribuíram para que xilócopas e eulemas evitassem visitar as flores da castanheira, foram elas: *Frieseomelitta trichocerata*, *Tetragona goettei* e *Te. kaieteurensis*. O fato delas se aproximarem demais e, por vezes, tocarem nas abelhas maiores para coletar os grãos de pólen que caíam sobre as folhas enquanto *X. frontalis* e *El. mocsaryi* pairavam, impediu que as flores fossem, repetidamente, visitadas pelos mesmos indivíduos que as manipulavam. *Te. goettei* e *Te. kaieteurensis* também foram vistas caminhando nos cálices das flores cujas lígulas já haviam caído, assim como, forçando a passagem para dentro de flores entreabertas deixadas pelas abelhas maiores.

Te. goettei, *Te. kaieteurensis* e *F. trichocerata*, permanecem longos períodos sobre as copas das castanheiras voando em zigue-zague. De acordo com Decelles & Laroca (1979), esse vôo em zigue-zague, realizado por abelhas pequenas, pode permitir a elas ter informações sobre outros organismos, como a presença de competidores e predadores, assim como permitir melhor visualização de recursos florais.

Embora não tenha sido registrado o ataque de *F. trichocerata* à *El. mocsaryi* e *X. frontalis*, essa meliponina, não raras vezes, tocavam discretamente em *El. mocsaryi* (corbículas) e *X. frontalis* (escopas) em duas situações: (a) enquanto *El. mocsaryi* e *X. frontalis* pairavam em frente das flores e (b) quando essas abelhas maiores estavam dentro das flores. Operárias de *F. trichocerata* entravam imediatamente nas flores da castanheira entreabertas após a fuga das xilócopas e eulemas. Conforme verificado por Carvalho e Marchini (1999), a presença de várias espécies de Apoidea em flores que dificultam o acesso aos recursos polínicos pode contribuir para aumentar a quantidade de pólen na dieta de outras abelhas.

As abelhas-sem-ferrão que influenciaram negativamente o forrageio das *X. frontalis* e *Eulaema mocsaryi* (Tabela 4) parecem ter encontrado uma maneira de contornar uma situação que para elas era adversa, ou seja, ter acesso ao recurso polínico de uma flor cuja estrutura lhes dificultava a coleta do pólen. Imperatriz-Fonseca *et al.*, (1989) investigando as preferências florais de algumas espécies de abelhas-sem-ferrão concluíram que essas abelhas podem ser levadas a escolher fontes com grandes quantidades de alimento e se concentrarem nelas. Isso certamente não impossibilita que fontes menos profícuas deixem de ser visitadas por outras operárias da mesma colônia. De acordo com Cortopassi-Laurino (1982) e Ramalho *et al.* (1985), as estratégias de forrageio e interações entre as espécies de abelhas podem contribuir para a ampliação do nicho trófico desses organismos.

4.3. SEÇÃO III – ESTUDO PALINOLÓGICO

O estudo palinológico possibilita valiosas informações sobre a biologia de muitos grupos de insetos, como, por exemplo, mecanismos de polinização, recursos de forrageamento e rotas de migração (Jones e Jones, 2001). De acordo com Imperatriz-Fonseca e Kleinert-Giovannini (1993), por meio da identificação dos grãos de pólen coletados pelas abelhas é possível conhecer suas fontes preferenciais, alternativas e casuais. Esse método também auxilia no reconhecimento do raio de ação das abelhas, o que pela observação direta nem sempre é possível, como é o caso de árvores muito altas e floradas curtas.

Durante o mês de novembro 4 espécies de plantas foram coletadas por *X. frontalis*, as quais foram: *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae) – 90,1%, *Bellucia grossularioides* (L.) Triana (Melastomataceae) 7,1%, *Byrsonima chrysophylla* Kunth (Malpighiaceae) – 1,6% e *Amaioua* sp. (Rubiaceae) – 1,2%. Em dezembro as duas primeiras espécies permaneceram sendo forrageadas – *B. excelsa* (85,3%) e *Bel. grossularioides* (11%). Outras duas espécies foram acrescentadas: *Jugastrum* sp. (Lecythidaceae) – 3,4% e *Passiflora coccinea* Aubl. (Passifloraceae) – 0,3%. Já, para o mês de janeiro, aquelas duas primeiras plantas, *B. excelsa* (79,3%) e *Bel. grossularioides* (17,8%) continuaram tendo seus grãos de pólen bastante coletados e as flores de *Byr. chrysophylla* (0,5%) foram novamente visitadas, embora pouco; *Mi. argyrophylla* DC. (Melastomataceae) – 2,4% foi acrescentada ao recurso polínico (Tabela 6).

Cinco famílias de plantas foram visitadas por *X. frontalis* durante o período estudado, as quais foram assim representadas: novembro – Lecythidaceae (90,1%), Melastomataceae (7,1%), Malpighiaceae (1,6) e Rubiaceae (1,2%); dezembro - Lecythidaceae (88,7%), Melastomataceae (11%) e Passifloraceae (0,3%); janeiro - Lecythidaceae (79,3%), Melastomataceae (20,2%) e Rubiaceae (0,5%).

Verifica-se, portanto, que na soma dos três períodos de observação *X. frontalis* visitou 7 espécies de plantas, sendo que *B. excelsa* e *Bel. grossularioides* predominaram com mais de 95% em todos os períodos (Figura 21).

Indivíduos de *El. mocsaryi* também foram coletados com o mesmo procedimento aplicado às *X. frontalis*. Analisando-se as amostras polínicas de *El. mocsaryi* durante o mês de novembro constatou-se que essa espécie visitou as flores de 11 espécies de plantas: *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) – 12,7%, *Myrcia citrifolia* (Aubl.) Urb. (Myrtaceae) – 2,7%, *Peperomia* sp. (Piperaceae) – 0,6%, *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae: Papilionoideae) – 0,4%, *Walteria vicosissima* L. (Malvaceae) – 0,3%, Tipo

Urticaceae com 0,5%, *B. excelsa* (2,2%), *Byr. chrysophylla* (1,5%), *Mi. argyrophylla* (1,2%), e *Amaioua* sp (0,5%), conforme Tabela 5. As flores de *Bel. grossularioides* (77,4%) contribuíram substancialmente para as eulemas durante o mês de novembro, conforme Figura 21.

Para o mês de dezembro 5 espécies continuaram sendo visitadas: *Bel. grossularioides* (8,5%), *B. excelsa* (7,2%), *My. citrifolia* (1,2%) com destaque para *So. stramoniifolium* (47%) e *Mi. argyrophylla* (31,4%); outras duas espécies de plantas também foram procuradas: *Cassia tora* L. (Fabaceae: Caesalpinioideae) com 3,1% e *Mimosa pudica* L. (Fabaceae: Mimosoideae) com 1,6%.

Durante o mês de janeiro os indivíduos de *El. mocsaryi*, assim como em novembro, voltaram a forragear com intensidade nas flores de *Bel. grossularioides* (77,6%) e um pouco mais em *Sw. polyphylla* (16,4%); mas continuaram visitando as flores de *B. excelsa* (1,2%), *Mi. argyrophylla* (4,4%) e *So. Stramoniifolium* (0,4%).

No conjunto dos períodos estudados verificou-se que *El. mocsaryi* visitou 13 espécies de plantas; 13 também foi a quantidade de famílias visitadas por *El. mocsaryi*. Durante o período de observações, essas famílias foram as seguintes: Novembro – Melastomataceae (78,6%), Solanaceae (12,7%), Myrtaceae (2,7%), Lecythidaceae (2,2%), Malpighiaceae (1,5%), Piperaceae (0,6%), Fabaceae (Papilionoideae) com 0,4%, Rubiaceae (0,5%), Malvaceae (0,3%) e Urticaceae tipo (0,5%); dezembro – Solanaceae (47%), Melastomataceae (39,9%), Lecythidaceae (7,2%), Fabaceae (Caesalpinioideae) com 3,1%, Fabaceae (Mimosoideae) com 1,6%, Myrtaceae (1,2%); janeiro – Melastomataceae (82%), Fabaceae (Papilionoideae) com 16,4%, Lecythidaceae (1,2%) e Solanaceae (0,4%).

Nelson *et al.* (1985) constataram nas amostras polínicas de *X. frontalis* grãos de pólen de *Couratari tenuicarpa* (Lecythidaceae), *Bellucia* sp., *Althernanthera* sp. e Arecaceae tipo; ao passo que para *El. mocsaryi*, os autores identificaram grãos de pólen de *C. tenuicarpa*, *Bellucia* sp e Lecythidaceae tipo.

Renner (1986/1987) observou *X. frontalis* e *El. mocsaryi* visitando com frequência as flores de *Bel. grossularioides*, planta que foi importante para as duas espécies de abelhas aqui estudadas, conforme mostram a Tabela 6 e a Figura 21, mas principalmente, para as eulemas.

Santiago (1994), ao analisar as cargas polínicas de *El. mocsaryi*, encontrou 0,5% de grãos de pólen de *B. orellana* (planta na qual foram coletadas essas abelhas) e 99,5% de Solanaceae. Entretanto, a mesma autora identificou para as *X. frontalis*, em média, 47% de grãos de pólen de *B. orellana* e 31% de Melastomataceae.

Tabela 6 - Frequências mensais (%) de tipos polínicos coletados pelas abelhas *Eulaema mocsaryi* e *Xylocopa frontalis* (Hymenoptera: Apidae). Fazenda Aruanã, Município de Itacoatiara, Amazonas. Novembro de 2006 a janeiro de 2007.

FAMÍLIAS	ESPÉCIES DE PLANTAS	<i>Eulaema mocsaryi</i>				<i>Xylocopa frontalis</i>			
		Nov.	Dez.	Jan.	MÉDIA	Nov.	Dez.	Jan.	MÉDIA
		%				%			
LECYTHIDACEAE	01. <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl	2,2	7,2	1,2	3,5	90,1	85,3	79,3	84,9
	02. <i>Jugastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	3,4	0	1,1
SOLANACEAE	03. <i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	12,7	47	0,4	20	0	0	0	0
MELASTOMATACEAE	04. <i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	77,4	8,5	77,6	54,5	7,1	11	17,8	12
	05. <i>Miconia argyrophylla</i> DC.	1,2	31,4	4,4	12,3	0	0	2,4	0,8
MYRTACEAE	06. <i>Myrcia citrifolia</i> (Aubl.) Urb.	2,7	1,2	0	1,3	0	0	0	0
FABACEAE MIMOSOIDEAE	07. <i>Mimosa pudica</i> L.	0	1,6	0	0,5	0	0	0	0
CAESALPINIOIDEAE	08. <i>Cassia tora</i> L.	0	3,1	0	1	0	0	0	0
PAPILIONOIDEAE	09. <i>Swartzia polyphylla</i> DC.	0,4	0	16,4	5,6	0	0	0	0
MALVACEAE	10. <i>Walteria vicosissima</i> L.	0,3	0	0	0,1	0	0	0	0
PIPERACEAE	11. <i>Peperomia</i> sp.	0,6	0	0	0,2	0	0	0	0
MALPIGHIACEAE	12. <i>Byrsonima chrysophylla</i> kunth	1,5	0	0	0,5	1,6	0	0	0,5
RUBIACEAE	13. <i>Amaioua</i> sp.	0,5	0	0	0,2	1,2	0	0,5	0,6
PASSIFLORACEAE	14. <i>Passiflora coccinea</i> Aubl.	0	0	0	0	0	0,3	0	0,1
	15. Tipo Urticaceae	0,5	0	0	0,2	0	0	0	0
TOTAL (%)		100	100	100	100	100	100	100	100
Riqueza (S)		11	7	5		4	4	4	
Índice de Diversidade (H')		0,87	1,35	0,70		0,39	0,51	0,60	
Índice de Equitatividade (J')		0,21	0,55	0,4		0,37	0,41	0,45	
Índice de Dominância (D)		0,68	0,34	0,65		0,83	0,75	0,68	

A avaliação da extensão do nicho trófico para as abelhas em questão demonstrou que *El. mocsaryi*, em relação a *X. frontalis*, diversificou mais sua dieta quanto a quantidade de espécies visitadas e as respectivas frequências de cada uma no espectro alimentar. Isso fica claro pelo índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para os meses de novembro (0,87), dezembro (1,35) e janeiro (0,7). *X. frontalis*, por outro lado, apresentou os valores (0,39), (0,51) e (0,6), respectivamente.

Esses baixos valores para as xilócopas (H') refletem, não apenas, a menor riqueza de espécies utilizadas por essa abelha, que foi baixa e constante, como também a pior distribuição (%), detectada pelo índice de Shannon-Weaver (H'), dos tipos polínicos coletados pelas xilócopas. Cortopassi-Laurino (1982) estudando a dieta de abelhas altamente sociais verificou valores maiores de H' para *Apis mellifera* (média de 1,54) e *Trigona spinipes* (1,59). De acordo com a autora, além de Ramalho *et al.* (1985), valores baixos de H' indicam uma coleta mais especializada como os valores registrados para *X. frontalis* (Figura 21).

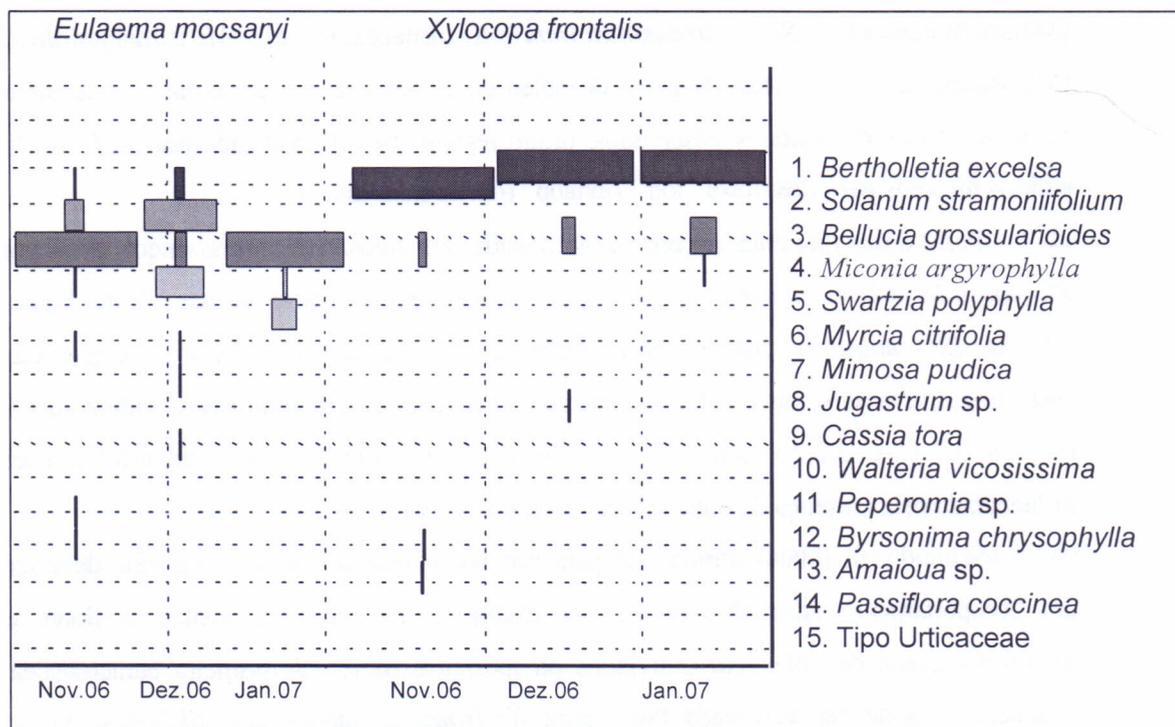


Figura 21 - Frequência das espécies de plantas coletadas pelas abelhas *El. mocsaryi* e *X. frontalis* (Hymenoptera: Apidae) durante o período de floração de *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae). Fazenda Aruanã, município de Itacoatiara (AM). Plantas com menos de 0,5% não aparecem representadas no gráfico.

Embora nenhuma afirmação e relação, realmente seguras, possam ser feitas sobre a extensão do nicho trófico para essas duas abelhas, cabe ao menos ressaltar que, segundo mostram a Tabela 6 e a Figura 8, a riqueza de espécies de plantas utilizadas por *El. mocsaryi* diminuiu enquanto a pluviosidade aumentou entre os períodos de novembro (98 mm), dezembro (161 mm) e janeiro (494 mm). Já a riqueza para as *X. frontalis* se manteve constante.

O índice de equitatividade (J') demonstra que a coleta mais homogênea para as *El. mocsaryi* ocorreu durante o mês de dezembro (0,55), seguido por janeiro (0,4) e novembro (0,21). *X. frontalis* teve, por outro lado, uma coleta mais homogênea no mês de janeiro (0,45), acompanhado por dezembro (0,41) e novembro (0,37).

A análise do índice de dominância (D) para ambas as abelhas revela que as *X. frontalis* apresentaram valores sempre maiores que as eulemas, acima de 0,67, com forte representação para *B. excelsa* (Lecythidaceae), embora tenha regredido entre os períodos; As *El. mocsaryi* tiveram índice de dominância abaixo de 0,69 entre os períodos privilegiaram mais de uma espécie de planta: *Bel grossularioides* (Melastomataceae), *So. stramonifolium* (Solanaceae) e *Mi. argyrophylla* (Melastomataceae). A coleta de grãos de pólen de *B. excelsa* por parte das *El. mocsaryi* ficou, em todos os períodos observados, muito aquém daquela realizada por *X. frontalis* para os mesmos períodos.

Parte dessa diferença na representatividade dos grãos de *B. excelsa* coletados por *El. mocsaryi* e *X. frontalis*, pode ser explicada pelo fato de, como apresentado na Figura 12, as *El. mocsaryi* chegam mais tarde e em menor quantidade às copas das castanheiras, e assim, menos flores intactas restam para serem forrageadas. Além disso, (seções 3.2.1. e 3.2.2.) entre *X. frontalis* e *El. mocsaryi* – esta última foi a mais influenciada pela presença de outros visitantes sobre as flores de *B. excelsa*.

Schлиндwein (2004) afirma que para ser um polinizador efetivo a abelha deve ter um comportamento adequado, como, por exemplo, frequência de visitas às flores e transportar grãos de pólen em indivíduos da mesma espécie. A primeira característica (frequência) pôde ser verificada tanto para *X. frontalis* quanto para *El. mocsaryi* no presente estudo. A segunda característica, entretanto diferiu fortemente entre as duas abelhas, pois, embora *El. mocsaryi* não tenha deixado de transportar os grãos de pólen de *B. excelsa* na localidade estudada, a representatividade da mesma foi muito baixa, ou seja, 1,2% a 7,2% dos grãos coletados entre os períodos.

Braga (1976) sugere que as euglossinas podem ser generalistas. Durante a floração da castanheira na fazenda Aruanã, verificou-se que *El. mocsaryi* coletou pólen em mais espécies de plantas ($n = 13$) que as *X. frontalis* ($n = 7$), tendo a vegetação secundária substancial contribuição (*Bel. Grossularioides*, *Mi. argyrophylla* e *S. stramoniiifolium*). Nelson *et al.* (1985) também constataram que espécies de vegetação secundária foram importantes fontes para as mesmas abelhas aqui mencionadas. Segundo Dressler (1982), as euglossinas fêmeas visitam frequentemente em arbustos e em plantas com flores *buzz pollination*, como Melastomataceae e Solanaceae.

Buchmann (2004) argumenta que devido à longevidade dos indivíduos, grande tamanho corporal e dieta polilética, as *Xylocopa* recebem grande atenção para a polinização de cultivos. Segundo Gerling *et al.* (1989), as *Xylocopa* são generalistas, embora se concentrem nos recursos mais produtivos. As abelhas desse gênero apresentam, ainda, constância floral associada com a abundância de certas espécies vegetais em uma dada hora do dia, época do ano ou local.

A fazenda Aruanã, por possuir extensa área de cultivo de *B. excelsa*, pode ter contribuído para que as *X. frontalis*, entre os períodos estudados, tenham privilegiado coletar os recursos polínicos (néctar e pólen) contidos nas flores das castanheiras. Isso se verifica, inclusive, pelos comportamentos apresentados por essas abelhas na presença de outros visitantes (abelhas-sem-ferrão) quando, por exemplo, dos 180 indivíduos registrados para o comportamento B, 27 (15%) arriscaram abrir e entrar nas flores da castanheira, mesmo havendo abelhas-sem-ferrão sobrevoando-as (Figura 15); quando deixavam as flores devido à presença de meliponinas, insistentemente, se dirigiam para flores vizinhas demonstrando, com isso, que o recurso coletado era importante para elas por fidelidade floral.

Os grãos de pólen de *Bel. grossularioides* foram bastante coletados por *X. frontalis*, somente perdendo em importância para os da castanheira. *Bel. grossularioides* é frequentemente encontrada na vegetação secundária da fazenda Aruanã; são árvores de porte médio a grande e suas inflorescências são axilares ou ramifloras (Ribeiro *et al.*, 1999). As flores dessa Melastomataceae possuem plataforma de pouso que permite às abelhas de tamanho médio a grande pousar sem maiores dificuldades sobre as mesmas e vibrar as anteras poricidas para a coleta de pólen.

Mi. argyrophylla foi outra Melastomataceae visitada por *X. frontalis*, porém, pouco representada (2,4%), as inflorescências dessas plantas são terminais e suas flores apresentam, quase sempre, anteras poricidas (Ribeiro *et al.*, 1999). Porém, como

observado, as flores pequenas dificultavam o pouso das *X. frontalis*, que possui tamanho muito grande em relação à flor de *Mi. argyrophylla*. Carvalho *et al.* (2001) também observaram certas dificuldades de algumas abelhas grandes, como por exemplo, *X. frontalis*, para pousar nas flores pequenas de *Solanum palinacanthum*, as quais tinham que utilizar as asas até se equilibrarem, agarrando-se às anteras.

El. mocsaryi teve como principais fontes alimentares, entre os períodos, *Bel. grossularioides*, *Mi. argyrophylla* e *So. stramonifolium*. Esta última espécie de planta foi bem visitada por *Eulaema cingulata* e espécies de *Melipona* na Amazônia Central (Silva *et al.*, 2004). Moure (2000) cita entre as plantas visitadas por *El. mocsaryi* ainda outra espécie de solanácea, *So. toxicarium*.

Embora *So. stramonifolium* não tenha sido registrada nas amostras polínicas de *X. frontalis*, Michener (1962) sugere que as flores das solanáceas, entre elas o gênero *Solanum*, forçam a aprendizagem de determinadas espécies de abelhas, como *Centris*, *Eulaema* e *Xylocopa*, ao longo das gerações as capacitando a manipular a complexa estrutura floral de Solanaceae. Segundo o mesmo autor, as espécies de *Solanum* exigem que seus polinizadores legítimos vibrem as anteras para ter acesso ao recurso polínico, conforme verificou nos comportamentos dos polinizadores de *Solanum wendlandii* Hook. Buchmann *et al.*, (1978) também constataram que apenas certos grupos de abelhas, entre elas *Xylocopa*, coletavam pólen de forma legítima em flores de Solanaceae, ou seja, realizavam a polinização por vibração, conhecida como *buzz pollination*.

Caso não sejam “perturbadas”, as xilócopas e eulemas permanecem bons períodos de tempo sobre as copas das castanheiras. Singer e Koehler (2003) advertem que esse comportamento pode ser prejudicial para aquelas espécies de plantas auto-incompatíveis porque reduziria o fluxo genético entre elas. Maués (2002) assegura que as flores de *B. excelsa* são fortemente auto-incompatíveis e necessitam de polinização cruzada para melhor frutificação.

Portanto, considerando o exposto por Singer e Koehler (2003) e Maués (2002) não fica descartada a possibilidade de que as abelhas-sem-ferrão, ocasionalmente, podem ter contribuído para a polinização da castanheira. Isso porque, suas interações com *X. frontalis* e *El. mocsaryi* estimulou o abandono das flores por estas últimas e forçou-as a se dirigirem para outras flores.

Além disso, a insistência das abelhas-sem-ferrão em se aproximar e sobrevoar as abelhas maiores fez com que, *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, não visitassem muitas flores

de um único indivíduo e deixassem as copas de *B. excelsa*. Desse modo, a saída antecipada das *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, empoadas de pólen, pode ter contribuído para o fluxo genético entre as castanheiras localizadas dentro do cultivo.

5. CONCLUSÕES

A. Onze espécies de abelhas foram identificadas como potenciais polinizadoras de *Bertholletia excelsa* na fazenda Aruanã (Itacoatiara/ AM). Dentre elas, *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* se destacaram pela abundância das visitas àquele cultivo;

B. *X. frontalis* e *El. mocsaryi* têm suas atividades de forrageio nas flores de *B. excelsa*, significativamente, afetadas pela presença de Meliponina, Coleoptera e Thysanoptera;

C. Não há confronto entre *X. frontalis* e *El. mocsaryi*, o que lhes permite coexistirem nas mesmas fontes mesmo quando ambas são abundantes. Contudo, os picos dos horários de visitas são diferentes e há evidente mecanismo de evitação entre elas;

D. As abelhas-sem-ferrão utilizam variadas estratégias para ter acesso aos grãos de pólen de *B. excelsa*. Elas interferem no forrageio dos polinizadores, embora possam, eventualmente, ter contribuído para a polinização cruzada deste cultivo, por diminuírem o tempo de visita às flores de um único indivíduo;

E. *El. mocsaryi*, com nicho polínico mais amplo, priorizou a coleta de pólen em plantas de vegetação secundária, demonstrando a importância desse tipo de vegetação em manter polinizadores dentro da área de cultivo;

F. *X. frontalis*, considerado efetivo polinizador de *B. excelsa*, maximizou suas coletas de pólen nas flores desta planta; A criação dessa espécie de abelha em ninhos racionais na área estudada é adequada e de importância estratégica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absy, M. L.; Camargo, J. M. F.; Kerr, W. E.; Miranda, I. P. A. 1984. Espécies de planta visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apoidea) para coleta de pólen na região do Médio Amazonas. *Revista Brasileira de Biologia*. 44(2): 227-237.
- Absy, M.L.; Servant, M.; Laila Absy, M. 1993. Paleoecologia: A história do clima e da vegetação pelo estudo do pólen. *Ciência Hoje*, 16 (93) : 26-30.
- Absy, M.L; Ferreira, M. N.; Kaminsk, A.C.; Silva, S. J. R. 2003. A importância da flora apícola na biodiversidade Amazônica. In: 54º Congresso Nacional de Botânica. Belém, p. 268-270.
- Adis, J. 1984. Eco-entomological observations from the Amazon, V. Feeding habits of Neotropical “bees killers” and resin bugs (Apiomerinae: Reduviidae: Hemiptera). *Revista de Biologia Tropical*, 32(1): 151-153.
- Braga, P. I. S. 1976. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na campina, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. *Ciência e Cultura*, 28(7): 768-773.
- Buchmann, S. L. 2004. Aspects of Centridine biology (*Centris* spp.) importance for pollination, and use of *Xylocopa* spp. as greenhouse pollinators of tomatoes and other crops. In: Freitas, B. M.; Pereira, J. O. P. (Eds). *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza, Imprensa Universitária. p. 193- 202.
- Buchmann, S. L.; Jones, C. E.; Colin, L. J. 1978. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *S. xanti* (Solanaceae) in Southern California. *The Wasmann Journal of Biology*, 35(1): 1-25.

- Cameron, S. A. 2004. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual Reviews of Entomology*, 49: 377-404.
- Carvalho, C. A. L.; Marques, O. M.; Vidal, C. A.; Neves, A. M. S. 2001. Comportamento forrageiro de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em flores de *Solanum palinacanthum* Dunal (Solanaceae). *Revista Brasileira de Zoociências*, 3(1): 35-44.
- Carvalho, C. A. L.; Marchini, L. C. 1999. Tipos polínicos coletados por *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Scientia Agricola*, 56(3): 717-722.
- Conceição, E. S.; Delabie, J. H. C.; Costa Neto, A. O. 2004. A entomofilia do coqueiro em questão: Avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. *Neotropical Entomology*, 33(6): 679-683.
- Cortopassi-Laurino, M. 1982. *Divisão de recursos tróficos entre abelhas sociais principalmente Apis mellifera Linné e Trigona (Trigona) spinipes Fabricius (Apidae, Hymenoptera)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo. 180pp.
- Cymerys, M.; Wadt, L.; Kainer, K.; Aryolo, V. 2005. Frutíferas e plantas úteis à vida amazônica. Patrícia Shanley & Gabriel Medina (Eds). CIFOR, Imazon, Belém. 300 pp.
- Decelles, P. & Laroca, S. 1979. Behavioral interactions among solitary foraging bees (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 52(3): 483- 488.
- Dressler, R. L. Biology of orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13: 373-394,
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method: - a revised description. *Svensk Botanisk Tidskr*, 54 (4): 561-564.

- Fenster, C. B.; Armbruster, W. S.; Wilson, P.; Thompson, J. D. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35: 375-403.
- Ferreira, M. N. 2003. *Polinização dirigida em guaranazal cultivado utilizando-se abelhas Apis mellifera, Melipona seminigra alburnensis e Scaptotrigona sp. – Mato Grosso – Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Londrina, Paraná. 107pp.
- Freitas, B. M.; Oliveira Filho, J. H. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 33(6): 1135-1139.
- Garcia, M. V. B.; Ronchi-Teles, B.; Andreazze, R.; Pámplona, A. M. S. R. 1997. Ocorrência e danos de *Hybolabus amazonicus* Voss e *Hybolabus columbinus* (Erichson) (Coleoptera: Attelabidae) em castanheira, na região amazônica. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26(1): 213-215.
- Gerling, D.; Velthuis, W. H. D.; Hefetz, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. *Annals Reviews of Entomology*, 34:163-190.
- Hurd, P. D. Jr. 1978. *An annotated catalog of the carpenter bees (genus Xylocopa Latreille) of the Western hemisphere (Hymenoptera: Anthophoridae)*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. U.S.A. 105pp.
- Imperatriz-Fonseca, V. L. ; Kleinert-Giovannini, A.; Ramalho, M. 1989. Pollen harvest by eusocial bees in a non-natural community in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 5: 239-242.
- Imperatriz-Fonseca, V. L. & Kleinert-Giovannini, A. 1993. Abelhas sociais e flores: Análise polínica como método de estudo. In: Pirani, R. L.; Cortopassi-Laurino, M. (Eds). *Flores e abelhas em São Paulo*. EDUSP/ FAPESP. 192p.

- Imperatriz-Fonseca, V. L.; Saraiva, A. M.; De Jong, D. 2006. *Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices*. Holos, Ribeirão Preto, São Paulo. 112pp.
- Instituto Nacional de Meteorologia. INMET. Observações e satélites. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>>. Acesso em: 27 jan. 2007.
- Johnson, L. K. & Hubbell, S. P. 1975. Contrasting foraging strategies and coexistence of two species on a single resource. *Ecology*, 56(6): 1398-1406.
- Jones, G. D.; Jones, S. D. 2001. The uses of pollen and its implication for entomology. *Neotropical Entomology*, 30(3): 341-350.
- Kaminski, A. C. 2001. *Abelhas visitantes de três espécies de Clusia (Clusiaceae) para coleta de resinas florais, com ênfase em Ptilotrigona lurida (Smith, 1854) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 45pp.
- Kaminski, A. C. & Absy, M. L. 2006. Bees visitors of three species of *Clusia* (Clusiaceae) flowers in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 36(2): 259-264.
- Kerr, W. E.; Carvalho, G. A.; Silva, A. C.; Assis, M. G. P. 2001. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. *Parcerias Estratégicas*, 12: 20-41.
- Leys, R.; Cooper, S. J. B.; Schwarz, M. P. 2002. Molecular phylogeny and historical biogeography of the large carpenter bees, genus *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 77: 249-266.
- Manente-Balestieri, F. C. D. L. 2001. *Espécies de plantas visitadas por Melipona favosa orbignyi Guerin, Trigona chanchamayoensis Schwarz (Hymenoptera: Meliponinae) e Apis mellifera Linneu (Hymenoptera: Apinae) para obtenção dos*

- recursos florais, em Corumbá, Mato Grosso do Sul.* Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, São Paulo. 202 pp.
- Marques-Sousa, A. C. 1999. *Espécies de plantas visitadas para coleta de pólen por cinco tipos de meliponíneos da Amazônia.* Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 117pp.
- Marques-Souza, A. C.; Absy, M. L.; Condé, P. A.A.; Coelho, H. A. 1993. Dados da obtenção de pólen por operárias de *Apis mellifera* no município de Ji-Paraná (RO), Brasil. *Acta Amazonica*, 23(1): 59-76.
- Maués, M. M. 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in eastern Amazonia. In: Kevan, P.; Imperatriz-Fonseca, V. L. (Eds) *Pollination bees – The conservation link between agriculture and nature.* Ministry of environment/ Brasília, Distrito federal. p. 245-254.
- Maués, M. M. & Couturier, G. 2002. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(4): 441-448.
- Maués, M. M. & Oliveira, F.C. 1998. Fenologia reprodutiva e entomofauna polinizadora da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) na Amazônia Oriental. In: IV Congresso de Ecologia do Brasil. Belém. Resumos. Belém: FCAP/ Sociedade de Ecologia do Brasil. 1998. p.121
- Maués, M. M. & Santos, L. F. 2003. Fenologia, polinização e biologia reprodutiva de *Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae (Acapu). In: VI Congresso Brasileiro de Ecologia. Anais de trabalhos completos. Fortaleza/ Ceará.
- Michener, C. D. 1962. An interesting method of pollen collecting by bees from flowers

- with tubular anthers. *Revista de Biologia Tropical*, 10(2): 167-175.
- Michener, C. D. 1974. *The social behaviour of the bees. A comparative study*. Cambridge, Belknap Press. 404 p.
- Michener, C. D. 2000. *The bees of the world*. Baltimore and London: The John Hopkins University Press. New York. U.S.A. 913pp.
- Mori, S. A.; Prance, G. T. 1987a. A guide to collecting Lecythidaceae. *Annual Missouri Botanical Garden*, 74: 321-330.
- Mori, S. A.; Prance, G. T. 1987b. Species diversity, phenology, plant-animal interactions, and their correlation with climate, as illustrated by the Brazil nut family (Lecythidaceae). In: Prance, G.T. e Balick, M. J. *New directions in the study of plants and people. Advances in economic botany*. Vol.8. The New York Botanical Garden, New York, p.130-150.
- Mori, S. A.; Prance, G. T.; Bolten, A. B. 1978. Additional notes on the floral biology of neotropical Lecythidaceae. *Brittonia*, 30(2): 113-130.
- Mori, S. A.; Prance, G. T. 1990. Taxonomy, Ecology and economic botany of the brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Humb & Bonpl: Lecythidaceae). In: Prance, G.T. e Balick, M. J. *New directions in the study of plants and people. Advances in economic botany*. Vol.8. The New York Botanical Garden, New York, p.
- Moritz, A. 1984. Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B. K.). Belém. Embrapa/ CPATU. 24pp.
- Moure, J. S. 2000. As espécies do gênero *Eulaema* Lepelletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossinae). *Acta Biologica Paranaense*, 29(1,2,3,4): 1-70.
- Muller, C. H. 1980. Castanheira-do-Brasil; Resultados de pesquisa. Belém, EMBRAPA, CPATU. (Miscelânea, 2). 25p.

- Nelson, B. W.; Absy, M. L.; Barbosa, E. M.; Prance, G. T. 1985. Observations on flower visitors to *Bertholletia excelsa* H. & B. K. and *Couratari tenuicarpa* A. S. SM (Lecythidaceae). *Acta Amazonica*, supl., 15 (1/2): 225-234.
- Nieh, J. C.; Kruizinga, K.; Barreto, L. S.; Contrera, F. A. L.; Imperatriz-Fonseca, V. L. 2005. Effect of grupe size on the aggression strategy of an extirpating stingless bees, *Trigona spinipes*. *Insectes Sociaux*, 52: 147-154.
- Nogueira-neto, P. 1997. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Nogueirapis, São Paulo. 445p.
- Oliveira, M. L. 1994. *A fauna de abelhas euglossinae (Apidae, Hymenoptera) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 68pp.
- Oliveira, M. L. 1999. Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em florestas de terra firme na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(1): 83-90
- Oliveira, M. L. 2000. *O gênero Eulaema Lepeleier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini): Filogenia, biogeografia e relações com as Orchidaceae*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras deRibeirão Preto/ Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo. 160 pp.
- Oliveira, M. L. 2006a. Três novas espécies de abelhas da Amazônia pertencentes ao gênero *Eulaema* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Acta Amazonica*, 36(1): 121- 128.
- Oliveira, M. L. 2006b. Nova hipótese de relacionamento entre as espécies de *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Acta Amazonica*, 36(2): 327-330.

- Oliveira Filho, J. H. ; Freitas, B. M. 2003. Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (*Xylocopa frontalis*) em um modelo de ninho racional. *Ciência Rural*, 33(4): 693-697.
- Ospina, M. 2000. Abejas carpinteras (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae: Xylocopini) de la región Neotropical. *Biota Colombiana*, 1(3): 239-252.
- Peralta, F. J. A. 1999. *Preservação e exploração racional de abelhas melíferas sem ferrão (Apidae: Meliponinae) da Amazônia Central Brasileira*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 144pp.
- Ramalho, M.; Imperatriz-Fonseca, V. L.; Kleinert-Giovannini, A.; Cortopassi-Laurino, M. 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*, 16(3): 307-330.
- Renner, C. 1986. *Biologia reprodutiva de Bellucia grossularioides (Melastomataceae) na região de Manaus*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 118pp.
- Renner, S. S. 1986/ 1987. Reproductive biology of *Bellucia* (Melastomataceae). *Acta Amazonica*, (16/17): 197-208.
- Ribeiro, J. E. L. S.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A. D.; Martins, L. H. P.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R.; Procópio, L. C. 1999. *Flora da reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA-DFID, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 816pp.
- Roubik, D. W. 1989. *Nesting and reproductive biology. Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press. U.S.A. 514pp.

- Santiago, F. F. 1994. *Aspectos da biologia reprodutiva de Bixa orellana L. (Urucu) na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 95pp.
- Sakagami, S.F.; Laroca, S. 1971. Observations on the bionomics of some neotropical Xylocopini bees, with some comparative biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). *Journal of the Faculty of Sciences of the Hokkaido University*, 18: 57-127.
- Sakagami, S. F. e Michener, C. D. 1987. Tribes of Xilocopinae and origin of the Apidae (Hymenoptera: Apoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 80: 439- 450.
- Sazima, I; Sazima, M. 1989. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 33: 109-118.
- Schlindwein, C. 2004. As abelhas solitárias e flores: especialistas são polinizadores efetivos? In: 55º Congresso Nacional de Botânica. 26º Encontro Regional de Botânicos de MG, BA, ES, Viçosa, MG. Sociedade Botânica do Brasil. p. 1-8.
- Schlindwein, C.; Schlumpberger, B.; Wittmann, D.; Moure, J. S. 2003. O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 41(1): 107-118.
- Silva, F. S. & Rebêlo, J. M. M. 1999. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. *Acta Amazonica*, 29(4): 587-599.
- Silva, A. Gil-Santana, H. 2004. Predation of *Apiomeurs pilipes* (Fabricius) (Hemiptera, Reduviidae, Harpactorinae, Apiomerini) over Meliponinae bees (Hymenoptera: Apidae), in the State of Amazonas, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 769-774.

- Silva, A.; Kinupp, V. F.; Absy, M. L.; Kerr, W. E. 2004. Pollen morphology and study of the visitors (Hymenoptera, Apidae) of *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) in Central Amazon. *Acta Botanica Brasilica*, 18(3): 653-657.
- Silveira, F. A.; Melo, G. A. R.; Almeida, E. A. B. 2002. *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. 1ª ed.. MMA e Fundação Araucária, Curitiba, Paraná. 253pp.
- Singer, R. B.; Koehler, S. 2003. Notes on the pollination biology of *Notilia nemorosa* (Orchidaceae): do pollinators necessarily promote cross pollination? *Journal of the Plant Research*, 116: 19-25.
- Storti, E. F. 2007. *Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de Cattleya eldorado Linden (Orchidaceae)*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 148pp.

7. APÊNDICES

7.1. COMPORTAMENTOS POR PONTO DE COLETA

nov/06							
		Ponto de Coleta 1		Ponto de Coleta 2		Ponto de Coleta 3	
		<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>	<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>	<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>
A	1	4	0	5	0	5	0
	2	2	3	3	4	3	2
	0	14	17	12	16	12	18
B	1	4	0	4	2	3	0
	0	16	20	16	18	17	20
C	1	12	1	13	1	11	0
	2	2	15	2	13	3	18
	3	2	4	1	6	1	2
	0	3	0	4	0	5	0
D	1	0	0	1	0	2	0
	0	20	20	19	20	18	20
E	1	18	20	19	18	20	20
	0	2	0	1	2	0	0
F	1	0	0	1	0	0	0
	0	20	20	19	20	20	20
G	1	0	0	0	0	0	2
	0	20	20	20	20	20	18

dez/06							
		Ponto de Coleta 4		Ponto de Coleta 5		Ponto de Coleta 6	
		<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>	<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>	<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>
A	1	4	0	4	1	6	0
	2	5	5	4	4	6	4
	0	11	15	12	15	8	16
B	1	4	0	2	0	0	1
	0	16	20	18	20	20	19
C	1	16	0	14	3	17	2
	2	4	15	1	12	0	14
	3	0	5	2	5	1	4
	0	0	0	3	0	2	0
D	1	0	0	0	0	2	0
	0	20	20	20	20	18	20
E	1	20	19	20	20	20	20
	0	0	1	0	0	0	0
F	1	0	2	2	0	0	0
	0	20	18	18	20	20	20
G	1	2	0	1	0	0	0
	0	18	20	19	20	20	20

jan/07							
		Ponto de Coleta 7		Ponto de Coleta 8		Ponto de Coleta 9	
		<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>	<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>	<i>X.frontalis</i>	<i>E. mocsaryi</i>
A	1	1	0	4	0	3	0
	2	4	6	2	3	2	4
	0	15	14	14	17	15	16
B	1	5	0	3	0	2	1
	0	15	20	17	20	18	19
C	1	13	2	14	1	15	2
	2	2	16	2	16	1	17
	3	2	1	0	3	2	1
	0	3	1	4	0	2	0
D	1	0	0	1	0	0	0
	0	20	20	19	20	20	20
E	1	18	20	20	19	18	20
	0	2	0	0	1	2	0
F	1	0	0	3	0	1	0
	0	20	20	17	20	19	20
G	1	1	2	0	0	0	0
	0	19	18	20	20	20	20

7.2. ANÁLISE POLÍNICA

7.2.1. PROCESSO DE ACETÓLISE

- a. O material deve ser colocado em tubos de centrífuga graduados e com fundo cônico e deve-se acrescentar 5ml ácido acético glacial;
- b. centrifugar o material durante 5 minutos a 1500rpm;
- c. eliminar o sobrenadante;
- d. preparar a mistura de acetólise (ác. sulfúrico e anidrido acético) na proporção de 1:9;
- e. colocar 5ml dessa mistura dentro de cada tubo;
- f. levar os tubos com a mistura, ao banho-maria, durante 2 minutos a 80°C;
- g. centrifugar a mistura ainda quente durante 5 minutos a 1500rpm;
- h. eliminar o sobrenadante;
- i. colocar no tubo 10ml de água destilada mais uma gota de álcool;
- j. centrifugar e eliminar o sobrenadante novamente;
- l. acrescentar nos tubos 5ml de uma mistura de água destilada mais glicerina (1:1) e deixar o material nesta mistura de 30 minutos a 24 horas;
- m. centrifugar, eliminar o sobrenadante e colocar o tubo de boca para baixo sobre papel de filtro.

7.2.2. MONTAGEM DAS LÂMINAS

- 1) Usando um estilete esterilizado, retirar uma pequena porção de gelatina glicerinada;
- 2) tocar o material depositado no fundo do tubo com a gelatina de modo que algum material fique preso na gelatina;
- 3) colocar o conjunto em uma lâmina de microscópio. É necessário montar três lâminas para cada material a ser analisado;
- 4) aquecer a lâmina para a fusão da gelatina com o auxílio de uma placa aquecedora;
- 5) colocar a lamínula delicadamente sobre o material;
- 6) colocar novamente a lâmina sobre a placa aquecedora e aplicar parafina derretida em um dos lados da lamínula com o auxílio de um estilete. A parafina, rapidamente, penetrará por capilaridade no espaço entre a lâmina e a lamínula, contornando a preparação de gelatina glicerinada que contam os grãos de pólen;
- 7) vire as lâminas com a lamínula para baixo sobre um papel de filtro. Enquanto a parafina solidifica, os grãos de pólen depositam-se junto à lamínula, facilitando dessa forma a observação dos grãos de pólen.

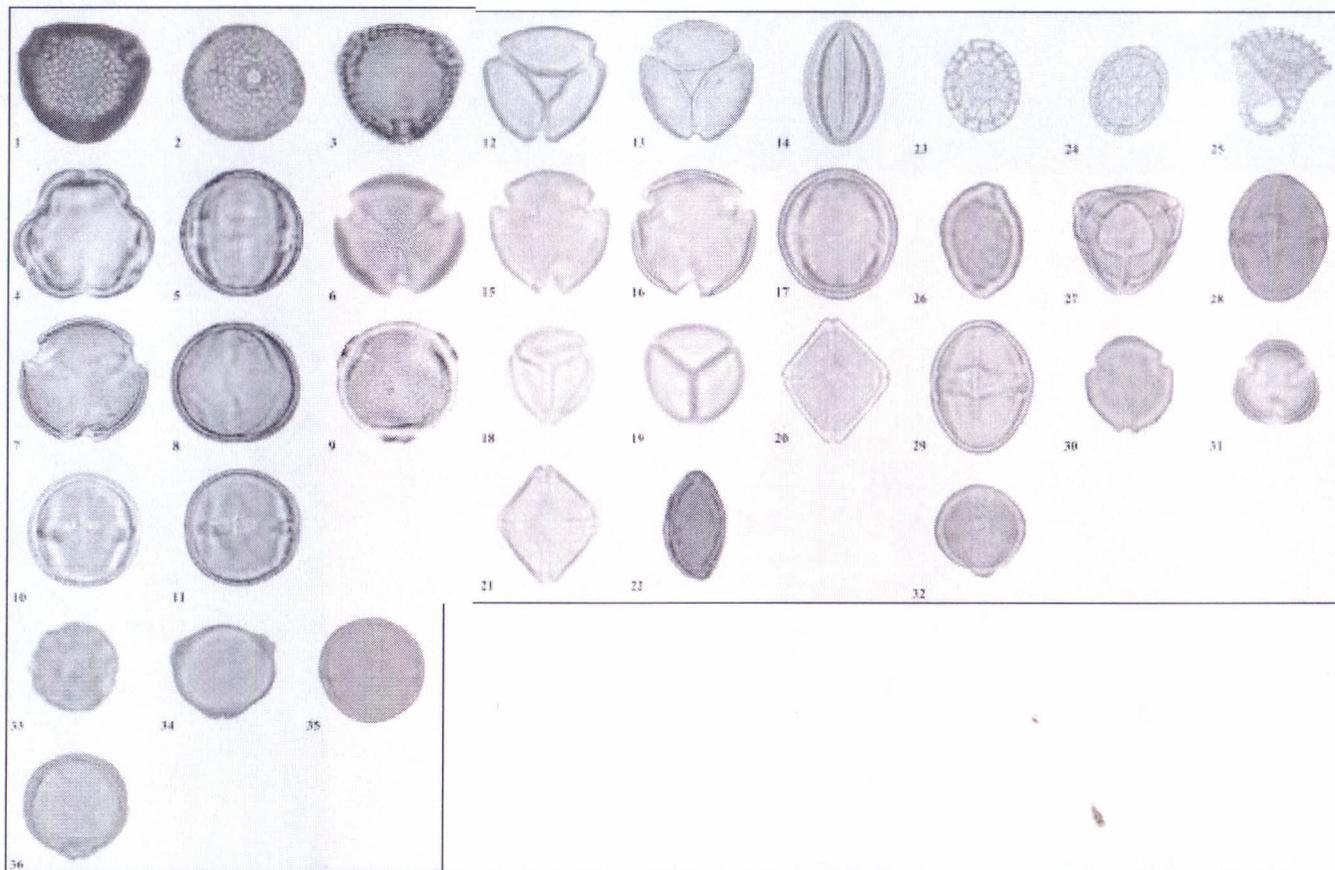


Figura 22 – Grãos de pólen identificados nos carregamentos polínicos de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi*. 1,2,3 – *Amaioua* sp. (Rubiaceae); 4,5 – *Bellucia grossularioides* (Melastomataceae); 6,7,8 – *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae); 9, 10,11 – *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae); 12,13,14 – *Cassia tora* (Fabaceae: Caesalpinioideae); 15,16,17 – *Jugastrum* sp. (Lecythidaceae); 18,19 – *Mimosa pudica* (Fabaceae: Mimosoideae); 20,21,22 – *Myrcia citrifolia* (Myrtaceae); 23,24,25 – *Passiflora edulis* (Passifloraceae); 26 – *Peperomia* sp. (Piperaceae); 27,28,29 – *Solanum stramonifolium* (Solanaceae); 30,31,32 – *Swartzia polyphylla* (Fabaceae: Papilionoideae); 33 – Tipo Urticaceae; 34,33 – *Walteria vicosissima* (Malvaceae). * Grãos fora de escala; ** Ver texto para maiores informações.