

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA EVOLUTIVA
(Associação Ampla Entre UNICENTRO e UEPG)

DIVERSIDADE E REDES DE INTERAÇÃO DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS
DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

MARY ELLEN DOS REIS DINIZ

Guarapuava, PR
2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA EVOLUTIVA
(Associação Ampla Entre UNICENTRO e UEPG)

DIVERSIDADE E REDES DE INTERAÇÃO DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS
DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Biologia Evolutiva, da
Universidade Estadual do Centro-
Oeste em associação ampla com a
Universidade Estadual de Ponta
Grossa, como parte dos requisitos
para a obtenção do Título de Mestre
em Ciências Biológicas, na área de
concentração Biologia Evolutiva

Guarapuava, PR
2014

D585d Diniz, Mary Ellen dos Reis
Diversidade e redes de interação de abelhas visitantes florais da pitangueira (*Eugenia flora* L., Myrtaceae) em fragmentos de floresta ombrófila mista no município de Guarapuava, PR / Mary Ellen dos Reis Diniz. -- Guarapuava, 2014
xiii, 104 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste em associação ampla com a Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia Evolutiva, 2014

Orientadora: Maria Luisa Tunes Buschini
Co-orientadora: Cláudia Inês da Silva
Banca examinadora: Isabela Galarda Varassin, Adriano Silvério, Marcos Ventura Faria

Bibliografia

1. Biologia evolutiva. 2. Riqueza. 3. Halictidae. 4. *Apis mellifera*. 5. Aninhamento. 6. Pólen. 7. Mata Atlântica. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas.

CDD 574

Orientadora
Profª Drª Maria Luisa Tunes Buschini

Coorientadora
Profª Drª Cláudia Inês da Silva

Às crianças: *Clarinha, Juninho,*
Dudinha e Isa e aos meus ternos
amores: *Vitória e Ricardo*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que com seu Manto de Amor e Luz Onipresente me guiou nesta jornada. Dos momentos difíceis trago Sua Valorosa Clareza e Discernimento.

Em especial ao meu companheiro Ricardo, pelo inestimável amor, tempo e disposição. Pela dedicação do primeiro ao último dia. Pela mão amiga e sorriso franco que fizeram toda diferença nos momentos mais difíceis. Sua amizade e compreensão retirou as pedras do caminho. *Nothing will be the same!*

À minha família, pela fé, carinho e compreensão.

À orientadora Dr^a Maria Luisa T. Buschini, pela oportunidade concedida. Obrigada pela paciência e disposição.

À Professora Cláudia Inês da Silva pela coorientação, apoio dedicado ao meu trabalho e aos pólenes obtidos, foi um prazer tê-la mais uma vez ao nosso lado.

Aos amigos: Michele, Diana, Israel, Dyego, Bruna, Ana Maria e Cristiane pela mão amiga e pelos sorrisos. À Lia, em especial, sou muito grata por toda paciência e conselhos.

Ao Professor Dr. Gabriel A. R. Melo, pela disposição e identificação das abelhas, ajuda imprescindível na realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Evolutiva e a todos os professores que fazem parte.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, aos funcionários, colegas e professores de outros laboratórios e campus, que em certos momentos cederam o seu espaço, tempo e equipamentos. Agradeço o apoio.

À bolsa concedida pela Capes, pelo apoio financeiro.

Ao colega Durinézio, pela atenção e disponibilidade qual ajudou a iniciar e tornou possível este trabalho.

Ao Professor Dr. Juliano Cordeiro pela paciência, pelas identificações de material botânico e pelas dicas. Sou muitíssimo grata pela atenção.

Aos donos da propriedade rural aonde parte do trabalho de campo foi realizado, Marcos e Zaclis.

Aos Professores componentes das bancas de qualificação e defesa.

“Ele reserva a verdadeira sabedoria
para os retos: escudo é para os
que caminham na sinceridade”

(Provérbios 2; 7)

“*Pereceria sem dúvida*, se não
cresse que veria os bens do
Senhor na terra dos viventes”

(Salmos 27; 13)

DIVERSIDADE E REDES DE INTERAÇÃO DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

RESUMO

Eugenia uniflora pertence à família Myrtaceae. *Eugenia* é o gênero mais diverso entre as Angiospermas do bioma Mata Atlântica, o qual possui várias formações florestais, entre elas a Floresta Ombrófila Mista, que atualmente encontra-se fragmentada. A polinização em Myrtaceae ocorre principalmente pelas abelhas. A análise polínica permite o conhecimento da história de visitação das abelhas e é uma ferramenta de complemento no estudo das interações entre abelhas e flores. Estudos sobre redes de interação têm auxiliado a compreensão da dinâmica das relações mutualísticas. O objetivo deste trabalho foi investigar a diversidade de abelhas visitantes florais de *E. uniflora* e a relação das abelhas com suas flores. Este estudo foi realizado em duas áreas localizadas no município de Guarapuava, PR, Sul do Brasil. Foi calculada a diversidade de abelhas, índices de constância e dominância das espécies e correlação entre variáveis abióticas e atividade das abelhas. Todo o material polínico, proveniente do corpo das abelhas e das plantas encontradas nas proximidades foi submetido ao processo de acetólise. O período de floração ocorreu entre 25 de Agosto até 14 de Setembro de 2012. A antese de *E. uniflora* iniciou-se por volta das 5h 30min e as flores duraram um dia. Foram obtidas 826 abelhas, de 39 espécies e quatro famílias, sendo a família Halictidae a de maior riqueza (N= 23), seguida por Apidae (N=11), Colletidae (N=4) e Andrenidae (N=1). *Apis mellifera* foi a única espécie comum e a mais abundante (N= 337), seguida por *Scaptotrigona bipunctata* (N=293) e *Melipona obscurior* (N=74). Foram coletadas sete espécies classificadas como intermediárias e 31 espécies raras. Foi obtido um maior número de abelhas visitantes florais nos horários de 10h e 11h. Houve correlação entre a atividade das abelhas e as variáveis abióticas. Foram obtidas 29 espécies de abelha com carga polínica e 20 tipos polínicos. Todas as abelhas apresentaram hábitos generalistas e *Eugenia uniflora* foi a única que interagiu com todas as espécies de abelha. *Apis mellifera* foi a espécie mais generalista. As redes obtidas são aninhadas, com baixa especialização e há forte interação das abelhas com *E. uniflora*, o que revela que suas flores são uma importante fonte de pólen para as abelhas que a visitam.

Palavras-chave: Riqueza, Halictidae, *Apis mellifera*, Aninhamento, Pólen, Mata Atlântica.

ABSTRACT

Eugenia uniflora belongs to the Myrtaceae family. This genus is the most diverse among the Angiosperms the Atlantic Forest biome, which has several forest formations, including the Araucaria Moist Forest, which currently is fragmented. Pollination in Myrtaceae occurs primarily by bees. Pollen analysis allows knowledge of the history of visitation of bees and is a complementary tool in the study of interactions between bees and flowers. Studies about interaction networks have aided in understand of the dynamics of mutualistic relationships. The objective of this study was investigate the diversity of bee pollinators of *E. uniflora* and the relationship of bees with their flowers. This study was performed in two areas located in Guarapuava, PR, Southern Brazil. Diversity of bees, indices of consistency and dominance of species and abiotic variables and correlation between activity of bees were calculated. All the pollen material from the body of bees and plants found nearby was subjected to acetolysis process. The flowering period was from August 25th until September 14th 2012. Anthesis of the *E. uniflora* starts around 5:30 a.m. and the flowers last one day. Were obtained 826 bees, of the 39 species and four families, with the highest family Halictidae richness (N= 23), followed by Apidae (N= 11), Colletidae (N= 4) and Andrenidae (N= 1). *Apis mellifera* was the only common and most abundant species (N= 337), followed by *Scaptotrigona bipunctata* (N= 293) and *Melipona obscurior* (N= 74). Seven species were classified as intermediate and 31 species were classified as rare. Was obtained a larger number of flower visiting bees in times at 10:00 a.m. and 11 a.m. There was a correlation between activity of bees and abiotic variables. Were obtained 29 species of bee with pollen load and 20 pollen types. All the bees present generalist habits and *E. uniflora* was the one who interacted with all species of bee. *Apis mellifera* was the most generalist specie. The networks obtained are nested, with low specialization and there is strong interaction of bees with *E. uniflora*, which reveals that your flowers are an important funding pollen for bees who visit.

Keywords: Wealth, Halictidae, *Apis mellifera*, Nesting, Pollen, Atlantic Forest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1- Localização do município de Guarapuava no estado do Paraná e Brasil.....32

Figura 2 - Imagem da localização das duas áreas de estudo, no município de Guarapuava, PR (A). Em detalhe o perímetro percorrido nas áreas para a realização das coletas de abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora* (B) e (C)32

Figura 3 - Flores de *Eugenia uniflora*, logo após a antese, nas quais as coletas de abelhas visitantes florais foram realizadas, em Guarapuava, PR.....34

Figura 4 - Coleta das abelhas (Área 2) com a utilização de rede entomológica (puçá), durante a floração de *Eugenia uniflora* (A). Frascos etiquetados utilizados para coleta e em detalhe uma abelha da espécie *Scaptotrigona bipunctata* (Lepeletier, 1836) capturada e com pólen na corbícula (B).....34

Figura 5 - Representação das famílias de abelhas, e o número de espécies em cada uma delas, obtidas durante a floração de *Eugenia uniflora* em dois fragmentos de FOM na região de Guarapuava, PR.....37

Figura 6 - Relação da quantidade de abelhas visitantes florais coletadas em *Eugenia uniflora*, em Guarapuava, PR, nos diferentes horários.....39

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Tubos tipo Falcon (A) e tubos de 1,5ml (B) usados para retirada e armazenamento do material polínico, obtido no corpo das abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora*, até o início do processo de acetólise.....66

Figura 2 - Tipos polínicos observados durante análise polínica: **1**- *Allophylus edulis* (Sapindaceae); **2**- Amaranthaceae sp.; **3**- Asteraceae sp.1; **4**- Asteraceae sp.2; **5**- Asteraceae sp.3; **6**- *Celtis* sp. (Cannabaceae); **7**- *Eugenia uniflora* (Myrtaceae); **8**- Indeterminada 1; **9**- Indeterminada 2; **10**- Indeterminada 3; **11**- Indeterminada 4; **12**- Indeterminada 5; **13**- Indeterminada 6; **14**- Indeterminada 7; **15**- Indeterminada 8; **16**- *Ludwigia* sp. (Onograceae); **17**- *Melia azedarach* (Meliaceae); **18**- *Mimosa* sp. (Fabaceae); **19**- *Passiflora* sp. (Passifloraceae); **20**- *Schinus* sp. (Anacardiaceae).....70

Figura 3 - Distribuição do grau de conexões nas espécies de plantas (A) e nas espécies de abelhas (B), nas redes de interação entre as abelhas e as flores de *Eugenia uniflora*.....72

Figura 4 - Matriz que demonstra o aninhamento da rede de interação entre as abelhas visitantes florais e as flores de *Eugenia uniflora*.....72

Figura 5 - Redes de interação entre abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora*: Matriz binária (A) e Matriz ponderada (B).....75

Figura 6 - Redes de interação entre abelhas visitantes florais e *Eugenia uniflora* elaboradas com: Dados de visitação das abelhas (A) e dados palinológicos (B).....76

LISTA DE APÊNDICES

CAPÍTULO 1

Apêndice A - Tabela 1- Espécies de abelhas coletadas nas flores de *Eugenia uniflora*, de 25 de Agosto a 14 de Setembro em duas áreas localizadas no município de Guarapuava – PR.....53

Apêndice B - Tabela 2- Índices de Frequência de Ocorrência (FO) e de Dominância (D) e as denominações para cada espécie de abelha visitante floral coletada nas flores de *Eugenia uniflora*.....55

Apêndice C - Tabela 3 - Relação entre o número de abelhas visitantes florais capturadas em *Eugenia uniflora* e os horários de coleta.....57

CAPÍTULO 2

Apêndice A - Tabela 1 - Relação das espécies de abelhas e quantidade de indivíduos visitantes florais de *Eugenia uniflora* que apresentaram ou não carga polínica.....97

Apêndice B – Tabela 2 - Percentagem de dependência dos tipos polínicos em relação às espécies de abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora*.....99

Apêndice C – Tabela 3 – Percentagem de dependência das espécies de abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora* em relação aos tipos polínicos.....101

Apêndice D – Tabela 4 - Nomes das espécies de plantas (tipos polínicos) e espécies de abelhas, pertencentes às redes de interação entre visitantes florais e *Eugenia uniflora*, com suas respectivas abreviações.....103

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 13 |
| OBJETIVOS..... | 17 |
| Objetivos Gerais..... | 17 |
| Objetivos Específicos..... | 17 |
| REFERÊNCIAS..... | 19 |

CAPÍTULO 1

DIVERSIDADE DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | 25 |
| ABSTRACT..... | 26 |
| INTRODUÇÃO..... | 27 |
| METODOLOGIA..... | 31 |
| Área de Estudo..... | 31 |
| Delineamento Amostral..... | 33 |
| Análise dos Dados..... | 35 |
| Diversidade de Abelhas..... | 35 |
| Índice de Constância e Dominância das Espécies de Abelhas..... | 35 |
| Dados Abióticos..... | 36 |
| RESULTADOS..... | 37 |
| Comunidade de Abelhas..... | 38 |
| Dominância e Constância das Espécies..... | 38 |
| Horário de Coleta e Quantidade de Abelhas..... | 38 |
| Dados abióticos e Abundância de Abelhas..... | 38 |
| DISCUSSÃO..... | 40 |
| CONCLUSÕES..... | 45 |
| REFERÊNCIAS..... | 46 |

CAPÍTULO 2

REDES DE INTERAÇÃO DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | 59 |
| ABSTRACT..... | 60 |
| INTRODUÇÃO..... | 61 |
| METODOLOGIA..... | 65 |
| Obtenção e Análise do Material Polínico..... | 65 |
| Análise das Redes de Interação..... | 67 |
| RESULTADOS..... | 69 |
| Análise das Interações entre Abelhas Visitantes Florais de <i>E. uniflora</i> e os Tipos Polínicos..... | 71 |
| Estrutura da Interação Abelha-Planta..... | 71 |
| Dependência entre as Espécies de Abelhas e Plantas..... | 73 |
| Comparação entre as Matrizes Ponderada e Binária..... | 73 |
| Matrizes com Dados de Visitação e Dados Polínicos..... | 74 |
| DISCUSSÃO..... | 77 |
| CONCLUSÕES..... | 85 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 86 |
| REFERÊNCIAS..... | 87 |

DIVERSIDADE E REDES DE INTERAÇÃO DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

INTRODUÇÃO GERAL

Eugenia uniflora L. pertence à família Myrtaceae, que no Brasil encontra-se representada por cerca de 23 gêneros e mil espécies (LANDRUM & KAWASAKI, 1997). Esta família possui a subfamília Myrtoideae, a qual inclui todos os gêneros de Myrtaceae que apresentam frutos carnosos (LUGHADHA & PROENÇA, 1996).

Exemplos comuns na flora brasileira desta família são a goiabeira e o araçazeiro (*Psidium*), jabuticabeira (*Myrciaria*), pitangueira, uvaia e a grumixameira, que pertencem ao gênero *Eugenia*, o araçá-felpudo (*Campomanesia*) e o cambuci (*Paivaea*) (SILVA, 2007). Aproximadamente um terço das espécies da família Myrtaceae pertencem ao gênero *Eugenia*, que apresenta ampla distribuição, ocorrendo desde o México até a Argentina (McVAUGH, 1968 apud ROMAGNOLO & SOUZA, 2006; JOHSON & BRIGGS, 1984). Este gênero é o mais diverso entre as Angiospermas da Floresta Atlântica, apresentando o total de 241 espécies (FRODIN, 2004; STEHMANN et al., 2009).

A Floresta Atlântica é um complexo de ecossistemas de grande importância, pois abriga uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil e do mundo, e dentre as espécies vegetais, várias espécies de Myrtaceae. Os altos níveis de riqueza e endemismo, associados à destruição sofrida no passado, incluíram este bioma definitivamente no cenário mundial como um dos 34 *hotspots* de biodiversidade, sendo a Floresta Atlântica o quinto *hotspot* mais rico em endemismo (MITTERMEIER et al., 2004). Calcula-se que a área original cobria entre 1.300.000 km² a 1.500.000 km² (MORELLATO & HADDAD, 2000; CÂMARA, 2005) e dados atuais indicam que restam desta área apenas 8,5% (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

A região de domínio da Floresta Atlântica corresponde a uma série de ecossistemas descontínuos ao longo da costa brasileira, ocorrendo desde o Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Este bioma possui as seguintes formações florestais nativas e os ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; Campos de

Altitude; Manguezais, Restingas, Campos salinos e Áreas aluviais; Refúgios vegetacionais; Áreas de tensão ecológica; Brejos interioranos e Encraves florestais; Áreas de estepe, Savana e Savana-estépica; e Vegetação nativa das Ilhas costeiras e Oceânicas (BRASIL, 2006). Em sua porção sul/sudeste, nas regiões subtropical ou tropical de altitude, encontramos elementos característicos de clima temperado que se distribuem especialmente na Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e nas formações campestres de altitude (RAMBO, 1951; SAFFORD, 2007).

A espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, é endêmica da Floresta Atlântica e pela sua arquitetura e abundância caracteriza fisionomicamente a Floresta Ombrófila Mista (FOM), conhecida como a região dos pinhais no sul do Brasil (VELOSO et al., 1991). Esta formação vegetal originalmente cobria 200.000 km² (AULER et al., 2002), e o Estado do Paraná abrigava 40% de sua cobertura, mas atualmente a FOM distribui-se de forma fragmentada do primeiro ao terceiro planalto com aproximadamente 3% de seus remanescentes naturais (FUPEF, 2001).

A vasta perda de habitats e a extrema fragmentação deixaram poucos ecossistemas extensos e intactos, o que pode gerar sérias consequências na manutenção das espécies em longo prazo (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005; RIBEIRO et al., 2009). O processo de fragmentação florestal resulta na diminuição e no isolamento das populações de animais e plantas afetando assim a dinâmica florestal. Estes fragmentos tendem a conter poucos indivíduos, aumentando o declínio das populações e resultando na perda da biodiversidade e também mudanças na história evolutiva das espécies (VIANA et al., 1992).

Guarapuava, município localizado no terceiro planalto do Paraná, na região Centro Sul, é essencialmente agrícola, apresentando fragmentos de FOM dentro da sua delimitação. Estes fragmentos estão geralmente isolados por áreas agrícolas, e poucos se apresentam conectados de alguma forma e, quando isto ocorre, a conexão se faz pela manutenção da mata ciliar imposta pela legislação (ALMEIDA, 2010).

Por ser uma espécie abundante nos extratos inferiores da Floresta Ombrófila Mista, *E. uniflora*, popularmente conhecida como pitangueira, atua na regeneração natural, através da reposição de sementes e proporcionando alimento à avifauna (LORENZI, 1992; DONADIO et al., 2002; PIROLE & CHAFE, 2003; BARDDAL et al., 2004; DIAS, et al., 2004; MAUHS, 2004; KOZERA et al., 2006; PIROLE & TERRA, 2008; AGUIAR et al., 2013). O processo de regeneração natural sustenta a

comunidade em determinado local, que depende, principalmente, da polinização e dispersão das sementes, que devem apresentar viabilidade e encontrar condições adequadas à germinação (MEDEIROS et al., 2007).

Trabalhos sobre biologia floral de *E. uniflora* consideram seus grãos de pólen como o único recurso floral atrativo para os polinizadores, sendo enquadrada dentro da categoria “flores-pólen”, o que é característico das plantas desse gênero (ROMAGNOLO & SOUZA, 2006). Os grãos de pólen são estruturas ricas em carboidratos, proteínas, vitaminas e lipídios e por esta razão, são importantes fontes alimentares para diversos visitantes florais (FAEGRI & PIJL, 1979; FREE, 1993; ROULSTON & CANE, 2000; THORP, 2000; JONES & JONES, 2001).

A polinização em Myrtaceae é muito diversificada e espécies desta família são visitadas por uma ampla variedade de animais, incluindo abelhas, vespas, moscas, pássaros e até mesmo mamíferos, sendo as abelhas os principais polinizadores, embora estudos detalhados tenham sido feitos para poucas espécies (BEARDSELL et al., 1993; PROENÇA & GIBBS, 1994; MAUÉS & COUTURIER, 2002; TORENZAN-SILINGARDI & OLIVEIRA, 2004).

A polinização animal é uma das atividades fundamentais para a manutenção e funcionamento dos ecossistemas, já que as plantas não podem se deslocar em busca de parceiros sexuais, elas usam intermediários para transferir os grãos de pólen dos estames para os estigmas das flores. A maioria das espécies de plantas nativas, e até mesmo muitas culturas, dependem de animais para serem polinizadas e as abelhas constituem os principais agentes polinizadores das plantas com flores (KREMEN et al., 2007; RICKETTS et al., 2008; OLLERTON et al., 2011).

Segundo Roubik (1995), cerca de metade de todos polinizadores de plantas tropicais correspondem às abelhas. Existem inúmeros motivos para as abelhas visitarem as flores, e diversas maneiras pelas quais as flores as atraem, o que resulta numa diversidade de interações entre ambas (BARBOSA, 2012). A polinização, para os visitantes florais, é um produto secundário da coleta de recursos alimentares, normalmente pólen e/ou néctar, que é fornecido pelas flores. Nesta atividade de busca por recurso, a transferência do pólen pode ou não ocorrer. Se ocorrer efetivamente a polinização, os visitantes são considerados polinizadores e, se negativo, são considerados visitantes florais (SILVA, 2006).

A maioria das abelhas depende quase exclusivamente das flores, que são fundamentais para a sua sobrevivência (MICHENER 2000 apud SILVA, 2009;

MINCLEY & ROULSTON, 2006). A dieta alimentar das abelhas é muito variável apresentando diferentes graus de especialização e generalização na utilização dos recursos florais (MINCLEY & ROULSTON, 2006). Desta forma, estudar as redes de interações entre as abelhas e as plantas, e definir quais relações são especialistas e generalistas no ecossistema analisado, pode auxiliar na compreensão dos processos ecológicos que modelam essas interações e seus efeitos na estrutura de suas comunidades (WASER et al., 1996; OLESEN & JORDANO, 2002)

Um dos principais interesses nos estudos de comunidade é entender como as espécies se relacionam e se mantêm dentro da comunidade (WALLS & WILLIAMS, 2001), pois as interações entre elas influenciam os processos populacionais, determinando as suas abundâncias relativas e como elas usam os recursos do ambiente onde estão inseridas (RICKLEFS, 1996).

Por nos fornecer conceitos e ferramentas sofisticadas para analisar sistemas complexos ao nível de comunidades e não de espécies, os estudos sobre redes de interação têm sido cada vez mais utilizados, a fim de ampliar o conhecimento a respeito dos aspectos ecológicos e evolutivos, em diferentes regiões do mundo (BASCOMPTE & JORDANO, 2007).

OBJETIVOS

Objetivos gerais

Conhecer a diversidade de abelhas visitantes florais de *E. uniflora* em fragmentos de FOM no município de Guarapuava, PR. Também teve como objetivo analisar as interações entre estes insetos com as flores de *E. uniflora* e com outras espécies vegetais presentes nas áreas de estudo, a partir de análises polínicas.

Objetivos específicos

O presente estudo foi organizado em dois capítulos, com os seguintes objetivos específicos:

Capítulo 1: Diversidade de abelhas visitantes florais da pitangueira (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no município de Guarapuava, PR.

Conhecer o período de floração de *E. uniflora* e observar suas características.

Identificar e quantificar as espécies de abelhas que visitam as flores de *E. uniflora*.

Investigar a Riqueza, Diversidade, Equitabilidade, Abundância, Frequência de Ocorrência e Dominância das espécies de abelhas que visitam *E. uniflora*.

Capítulo 2: Redes de interação de abelhas visitantes florais da pitangueira (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no município de Guarapuava, PR

Analisar qualitativa e quantitativamente a amostra polínica retirada do corpo das abelhas visitantes florais de *E. uniflora*.

Conhecer a estrutura das redes de interação entre as espécies de abelhas, as flores de *E. uniflora* e as flores de outras espécies vegetais presentes nas áreas durante a floração da pitangueira.

Compreender aspectos ecológicos destas redes, através da obtenção de dados de Conectância, Dependência, Aninhamento e Dominância entre as espécies de abelhas visitantes e os tipos polínicos obtidos.

Observar a complementaridade das informações obtidas por meio de dados de visitação e dados polínicos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. V.; CANSIAN, R. L.; KUBIAK, G. B.; SLAVIERO L. B.; TOMAZONI, T. A.; BUDKE, J. C.; MOSSI, A. J. Variabilidade genética de *Eugenia uniflora* L. em remanescentes florestais em diferentes estádios sucessionais. **Revista Ceres**. vol.60. Viçosa Mar./Apr. 2013.

ALMEIDA, D. J. **Microsporogênese e viabilidade polínica de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Biologia Evolutiva) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2010.

AULER, N. M. F.; REIS, M. S.; GUERRA, M. P. & NODARI, R. O. The genetics and conservation of *Araucaria angustifolia*: Genetic structure and diversity of natural populations by means of non-adaptive variation in the state of Santa Catarina, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**. 25, pp. 329-338. 2002.

BARBOSA, M. F. **Abelhas e vespas visitantes florais *Malpighiaceae***. 2012.

Disponível em:

<http://www.cefaprocaceres.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=865&Itemid=76> Acesso em: 1 Nov. 2013.

BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. Santa Maria. **Ciência Florestal**, vol.14, pp.37-50. 2004.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**. vol. 38. pp. 567-593. 2007.

BEARDSELL, D. V.; O'BRIEN, S. P.; WILLIAMS, E. G.; KNOX, R. B. & CALDER, D.M. Reproductive biology of Australian Myrtaceae. **Australian Journal of Botany**, 41 pp. 511-526. 1993.

BRASIL, **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm> Acesso em: 22 Nov. 2013.

CÂMARA, I. G. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I.G. (eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica/Conservação Internacional, São Paulo/Belo Horizonte. pp. 31-42. 2005.

COUTO, R. H. N. & COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. 191 p. 2002.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA J. A. Fitossociologia do Sub-Bosque de uma Floresta Ombrófila Mista aluvial, no município de Araucária PR, **Ciência Florestal**, Universidade Florestal de Santa Maria, vol. 2, n.1, pp. 9-26, 1992, 2004.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal. Funep, 288 p. 2002.

FAEGRI K. & PIJL, L. VAN DER. **The principles of pollination ecology**. Oxford, Pergamon Press. 3ed. 244p. 1979.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. London, Academic Press. 1993.

FRODIN, V. G. History and concepts of big plant genera. **Taxon** 53: 753-776. 2004.

FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. **Conservação do Bioma Floresta com Araucária: relatório final – Diagnóstico dos remanescentes florestais**. Curitiba. 2001.

JOHNSON, L. A. S. & BRIGGS, B. G. Myrtales and Myrtaceae phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 71: 700-756. 1984.

JONES, G.D. & JONES, S.D. The uses of pollen and its implication for entomology Neotropical. **Entomology** 30(3): 341-350. 2001.

KOZERA, C.; DITTRICH V. A. O.; SILVA, S. M. Fitossociologia da componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila mista Montana. **FLORESTA**, vol. 36, n 2,pp. 225-238, 2006.

KREMEN, C.N.; WILLIAMS, M.; AIZEN, M.A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, B.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S.G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VÁZQUEZ, D.P.; WINFREE, R.; ADAMS, L.; CRONE, E.E.; GREENLEAF, S.S.; KEITT, T.H.; KLEIN, A.M.; & RICKETTS, T.H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**. 10: 299-314. 2007.

LANDRUM, L. R. & KAWASAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia** 49(4): 508-536. 1997.

LEGRAND, C. D. & KLEIN, R. M. **Flora Ilustrada Catarinense**. Santa Catarina, Editor P. Raulino Reitz. I parte: Fascículo: Myrtaceae. 1969.

Lista de Espécies da Flora do Brasil 2013. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 1 Nov. 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 1992.

LUGHADHA, E. N. & PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. pp. 480-503. 1996.

- MAUÉS, M. M. & COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva de camucamu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25(4) PP. 441-448. 2002.
- MAUHS J. A. **Fitossociologia e regeneração natural de um fragmento de floresta Ombrofila mista exposto a perturbações antropicas**. 66p. 2004. (Mestrado em Diversidade e manejo da vida silvestre) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. 2004.
- McVAUGH, R. The genera of American Myrtaceae, an interim report. **Táxon**, 17(8) PP. 354-418. 1968.
- MEDEIROS, M. M.; FELFINI, J. M. & ANDRÉIA, M. L. Compactação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em Cerrado sensu stricto no Brasil Central. **Revista Cerne**, 13 pp. 291-298. 2007.
- MINCLEY, R. L. & ROULSTON, T. H. Incidental mutualisms and pollen specialization among bees in **Specialization and Generalization in Plant-Pollinator Interactions**, WASER, N. M. & OLLERTON, J. Eds., pp. 69–98, University of Chicago Press, Chicago, Ill, USA, 2006.
- MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOUREX, J. & FONSECA, G. A. B. Hotspots revisited. **CEMEX**, Mexico City, 392p. 2004.
- MORELLATO, L. P. C. & HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, 32 pp. 786-792. 2000.
- O'BRIEN, S.P. & CALDER, D.M. Reproductive biology and floral phenologies of the sympatric species *Leptospermum myrsinoides* and *L. continentale* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botanic**, 41 pp. 527-539. 1993.
- OLESEN, J. & JORDANO. P. Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. **Ecology**, 83 pp. 2416-2424. 2002.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R. & TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, 120 pp. 321-326. 2011.
- PIROLI, E. L., CHAFFE, P. P. Análise florística e determinação de volume das principais espécies ocorrentes em uma Floresta Ombrófila Mista. **Anais 30 Encontro de Energia no Meio Rural**, 2003. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2000/Textos/1_1.doc>. Acesso em: 22 Ago. 2013.
- PIROLI, E. L.; TERRA A. R. Analysis and phytosociological structure of a Mixed Ombrophylous Forest fragment in the city of Sertão, RS, **Ambiência** Guarapuava, PR vol.4, n.1, pp.91-103, 2008.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London, Harper Collins Publishers, 479p. 1996.

PROENÇA, C. & GIBBS, P. E. Reproductive biology of eight sympatric Mirtaceae from Central Brazil. **New Phytologist**, 126 pp. 343-354. 1994.

RAMBO B. O elemento andino no Pinhal Riograndense. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues**, 3 pp. 3-39. 1951.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. & HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142 pp. 1144-1156. 2009.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J. J.; I. STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C. N.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELDS, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A. & VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollinations services: are there general patterns? **Ecology Letters**. 11 pp. 499-515. 2008.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica**. Rio de Janeiro, Guanabara/Koogan, pp. 357-358. 1996.

ROMAGNOLO, M. B.; SOUSA, M. C. O. Gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do Alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 20, n.3, 2006.

ROUBIK, D. W. (ed.) Pollination of cultivated plants in the tropics. FAO **Agricultural Services Bulletin**, 118. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 198 p. 1995.

ROUBIK, D. W.; Yanega, D.; Aluja, M.; Buchmann, S.S.L. & INOUE, D. W. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie** 26 pp.197-211. 1995.

ROULSTON, T. H. & CANE, J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. **Plant Systematic and Evolution**, 222 pp. 187-209. 2000.

SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, 34 pp. 1701-1722. 2007.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) **Acta Botanica Brasiliensi**, Brasilica, São Paulo, v.21, n.1, p. 235-247, 2007.

SILVA, C. I. **Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera; Apidae) e interação com plantas do cerrado sentido restrito no triângulo mineiro**. 2009. UFU. 283p.

Disponível em:

<http://www.bdtu.ufu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2347> Acesso em: 04 Set. 2013.

- SILVA, J. B. da. **Biologia das interações entre os visitantes florais (Hymenoptera: Apidae) e *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae).** , 2006. 61f. (Mestrado) UFP/ Curitiba, 2006.
- SILVA, P. D. **Estudo fitoquímico e avaliação das atividades antimicrobianas e antiparasitárias dos flavonóides isolados de *Myrcia hiemalis* (Myrtaceae) /** Phytochemical study and evaluation of antimicrobial and antiparasitic activities of flavonoids isolated from *Myrcia hiemalis* (Myrtaceae). 2007. 92f. (Mestrado em Química)- Universidade Federal da Bahia, 2007.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Divulgados novos dados sobre a situação da Mata Atlântica.** 2013. Disponível em: < <http://www.sosma.org.br/14622/divulgados-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata-atlantica/> > Acesso em: 03 Dez. 2013.
- STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SA LINO, A.; SOBRA L, M.; COSTA, D.P. & KAMINO, L. H. Y. Diversidade taxonômica na Floresta Atlântica. In: STEHMANN, J. R.; FORZZA, R.C.; SA LINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P. & KAMINO, L. H. Y. **Plantas da Floresta Atlântica.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009.
- THOMPSON, R. M.; BROSE, U.; DUNNE, J. A.; HALL Jr., R. O.; HLADYZ, S.; KTCHING, R. L.; MARTINEZ, N. D.; RANTALA, H.; ROMANUK, T. N.; STOUFFER, D. B.; TYLIANAKI, J. M. Food webs: reconciling the structure and function of biodiversity. **Trends in Ecology and Evolution.** Vol. 27, No. 12. 2012.
- THORP, R.W. The collection of pollen by bees. **Plant Systematic and Evolution,** 222 pp. 211-223. 2000.
- TORENZAN-SILINGARDI, H.M. & OLIVEIRA, P.E.A.M. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in Central Brazil. **Phyton** (Horn), 44 pp. 23-43. 2004.
- VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KLORONOMOS, J. N.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREITWOLF- ENGEL, R. et al. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. **Nature,** 396 pp. 69–72. 1998.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. **IBGE,** Rio de Janeiro, 123p. 1991.
- VIANA, V. M; TABANEZ, A. J. A; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de Fragmentos Florestais. In: **Anais do 2º Congresso Nacional de Essências Nativa Conservação da Biodiversidade.** Instituto Florestal, São Paulo: Ed. Revista da IFP. pp. 400-406. 1992.
- WALLS, S. C.; WILLIAMS, M. G. The effect of community composition on persistence of prey with their predators in an assemblage of pond - breeding amphibians. **Oecologia,** v.128, pp.134 - 141, 2001.
- WASER, N. M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILLIAMS, N. M.; OLLERTON, J.

Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology** 77: 1043–1060. 1996.

CAPÍTULO 1

DIVERSIDADE DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

RESUMO

A pitangueira *Eugenia uniflora* pertence à família Myrtaceae. A polinização em Myrtaceae ocorre principalmente pelas abelhas. O objetivo deste trabalho foi investigar a diversidade de abelhas visitantes florais de *E. uniflora*. Este estudo foi realizado em duas áreas localizadas no município de Guarapuava, PR, Sul do Brasil. Foram utilizadas redes entomológicas para a captura das abelhas. Foi calculada a diversidade de abelhas, índices de constância e dominância das espécies e correlação entre variáveis abióticas e atividade das abelhas. O período de floração ocorreu entre 25 de Agosto até 14 de Setembro de 2012. A antese de *E. uniflora* iniciou-se por volta das 5h 30min e as flores duraram um dia. Foram obtidas 826 abelhas, de 39 espécies e quatro famílias, sendo a família Halictidae a de maior riqueza (N= 23), seguida por Apidae (N=11), Colletidae (N=4) e Andrenidae (N=1). *Apis mellifera* foi a única espécie comum e a mais abundante (N= 337), seguida por *Scaptotrigona bipunctata* (N=293) e *Melipona obscurior* (N=74). Foram coletadas sete espécies classificadas como intermediárias e 31 espécies raras. Foi obtido um maior número de abelhas visitantes florais nos horários de 10h e 11h. O período de floração coincidiu com outros trabalhos realizados com *E. uniflora* e a riqueza de espécies de abelhas visitantes florais obtidos neste estudo foi superior aos já realizados.

Palavras-chave: Riqueza, Halictidae, *Apis mellifera*, Mata Atlântica, *Scaptotrigona bipunctata*.

ABSTRACT

The Brazilian cherry *Eugenia uniflora* belongs to the family Myrtaceae. Pollination in Myrtaceae occurs mainly through the bees. The aim of this study was to investigate the diversity of bees floral visitors of *E. uniflora*. This study was performed in two areas located in Guarapuava, Paraná State, Southern Brazil. Entomological nets were used to capture bees. It was calculated the diversity of bees, indexes constancy and dominance of species and correlation between abiotic variables and activity of bees. The flowering period was from August 25th to September 14th 2012. The anthesis of *E. uniflora* starts around 5:30 a.m. and the flowers last one day. Were obtained 826 bees from 39 species and four families and the family Halictidae was the highest richness (N= 23), followed by Apidae (N= 11), Colletidae (N = 4) and Andrenidae (N= 1). *Apis mellifera* was the only common specie and the most abundant (N= 337), followed by *Scaptotrigona bipunctata* (N= 293) and *Melipona obscurior* (N= 74). Seven species collected were classified as intermediate and 31 rare species. It was obtained a greater number of bees floral visitors at 10:00 a.m. and 11:00 a.m. The flowering period coincided with other studies performed with *E. uniflora* and the species richness of bees floral visitors of this study was superior to those already done.

Keywords: Richness, Halictidae, *Apis mellifera*, Atlantic Forest, *Scaptotrigona bipunctata*.

INTRODUÇÃO

O surgimento da flor, a partir do Cretáceo, permitiu a criação de um sistema mutualista que envolve a planta e seu agente polinizador (KEARNS & INOUE, 1997). A relação entre as abelhas e as flores funciona nos dois sentidos, onde as abelhas se beneficiam visitando as flores e colhendo ali o seu alimento, as flores se beneficiam destas visitas tendo maior chance de produzir melhores frutos, aumentando o vigor das espécies, possibilitando novas combinações genéticas e aumentando a produção de frutos e sementes (COUTO & COUTO, 2002). O processo envolve a transferência do grão de pólen da antera para o estigma, no caso das plantas com flores, as Angiospermas (BRIGGS, 1997 apud ROCHA & ALENCAR, 2012). Através desta interação mutualística tanto a planta quanto o polinizador se beneficiam um na presença do outro (KEARNS et al., 1998).

As abelhas são consideradas os animais melhor adaptados à polinização (FAEGRI & PIJL, 1979) e são os principais polinizadores em áreas tropicais (RAMIREZ & BRITO, 1992). Estudos sobre a ação das abelhas no meio ambiente evidenciam a importante contribuição desses insetos na preservação e manutenção da flora, sendo importantes no aumento da qualidade e do número frutos e sementes e também na manutenção da variabilidade genética (NOGUEIRA-COUTO, 1994; IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010).

A diversidade de abelhas no mundo é grande, sendo conhecidas cerca de 20.000 espécies (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010; ITIS, 2010). No Brasil a fauna de abelhas é composta por aproximadamente 3.000 espécies e está dividida em cinco famílias (Megachilidae, Andrenidae, Colletidae, Apidae e Halictidae), as quais são amplamente distribuídas e tornam-se mais ricas do Cerrado para os Campos do Sul. A família Apidae, seguida de Halictidae, são as mais diversas e abundantes e as três outras famílias, compostas por espécies solitárias, são menos expressivas (MICHENER, 1979; SILVEIRA et al., 2002; ALVES-DOS-SANTOS, 2007).

Não há conhecimento da fauna de abelhas para toda a extensão dos grandes biomas brasileiros. O levantamento e a identificação das espécies de abelhas constituem o primeiro passo para conhecer os polinizadores e definir estratégias de exploração racional e conservação dos recursos biológicos encontrados nas comunidades de vegetais e de animais (PROCTOR et al., 1996; MATHENSON et al., 1996 apud SANTOS et al., 2004).

A Mata Atlântica no Brasil é um dos biomas mais diversos do mundo e um dos mais ameaçados pela ação antrópica (MYERS et al., 2000), sendo um dos 34 *hotspots* mundiais e área prioritária para a conservação (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL et al., 2000). O Bioma Mata Atlântica na sua formação Floresta Ombrófila Mista (FOM), constitui-se como uma área de enorme interesse quanto à riqueza de sua biodiversidade (SILVEIRA et al., 2002) e em virtude da densa população e industrialização, pouco resta da sua formação original (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Nestes remanescentes, o ritmo de destruição continua intenso, e muitos desses ecossistemas foram e vêm sendo destruídos, antes mesmo que se tenha desenvolvido o pleno entendimento de toda diversidade e riqueza existentes, associadas em um complexo de interações entre os organismos (CULLEN JR et al., 2006).

A ocupação intensiva do ambiente pelo homem causa impactos nas comunidades locais de abelhas, através da eliminação de fontes de alimento e destruição de substratos de nidificação. Essa ocupação quando estendida por grandes regiões, é capaz de modificar a biogeografia das espécies. À medida que as florestas são derrubadas e substituídas por plantios e áreas urbanas, espécies de abelhas dependentes desses ambientes são localmente extintas ou confinadas a pequenos fragmentos, onde podem acabar desaparecendo por problemas de escassez de recursos, endogamia pela redução populacional ou pela competição ou predação por organismos invasores (SILVEIRA et al., 2002). Segundo Gonçalves e Brandão (2008) a fauna de insetos na Floresta Atlântica é pouco conhecida em relação à dos demais biomas brasileiros.

O impacto do desmatamento, fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas e práticas agrícolas irracionais devem ser as principais causas da diminuição das populações nativas de polinizadores (KEVAN & PHILLIPS, 2001; KREMEN, et al., 2002; STEFFAN-DEWENTER et al., 2006). Esta, por sua vez, é suspeita de ser a causa da baixa produção de frutos e sementes em muitas plantas agrícolas, com prejuízos econômicos em muitas partes do mundo. A reprodução de plantas nativas também pode ser afetada, e isto pode causar extinções locais de populações de plantas, bem como dos animais que delas dependem (PINHEIRO-MACHADO & SILVEIRA, 2006).

A família Myrtaceae é composta de 145 gêneros e cerca de 5.800 espécies. Constitui-se numa das famílias de melhor representatividade nas diferentes

formações vegetacionais do Brasil (SILVA et al., 2001). *Eugenia*, um gênero que possui aproximadamente 1.000 espécies, é um dos maiores da família, com distribuição principalmente nas Américas Central e do Sul (MERWE et al., 2004) e está inserida na subfamília Myrtoideae, o qual inclui todos os gêneros de Myrtaceae que apresentam frutos carnosos (LUGHADHA & PROENÇA, 1996).

Eugenia uniflora, conhecida como pitangueira, é uma espécie de planta nativa da FOM. Esta planta possui flores monóicas, generalistas, com grãos de pólen como único recurso floral atrativo para os polinizadores, sendo enquadrado dentro da categoria de “flores-pólen”, o que é característico das plantas desse gênero (ROMAGNOLO & SOUZA, 2006). *Eugenia uniflora* atua na regeneração natural da FOM através da reposição de sementes e proporcionando alimento à avifauna (AGUIAR et al., 2013). Esta espécie vegetal cresce sob diferentes condições de sombreamento e é de fácil propagação por sementes, sendo estes fatores determinantes para atuação em um processo de regeneração (SCALON et al., 2001; CALLEGARO et al., 2012)

Silva e Pinheiro (2007) relatam que as flores de *E. uniflora* são visitadas por uma ampla variedade de insetos, entre eles as abelhas, que são os visitantes mais comuns. Durante o período de antese, os grãos de pólen estão totalmente expostos, não havendo quaisquer restrições à sua coleta, característica comum das flores generalistas (FAEGRI & PIJL, 1976; ENDRESS, 1994; SILVA & PINHEIRO, 2007).

A floração de *E. uniflora* é anual e em massa, ocorrendo de agosto a outubro, com frutificação de setembro a novembro (FRANZON, 2008). A floração em massa faz com que as flores se destaquem e confiram um aspecto branco às plantas, assim como ocorre em muitas outras espécies de Myrtaceae (LUGHADHA & PROENÇA, 1996). Esta agregação de flores é o que caracteriza a floração em massa e pode ser considerada como uma estratégia para atração dos polinizadores (GENTRY, 1974; O'BRIEN & CALDER 1993; MONTEIRO et al., 2007).

O elevado número de estames nas flores de *E. uniflora*, produz uma grande quantidade de grãos de pólen que funcionam como atrativo floral primário para os visitantes florais (FAEGRI & PIJL, 1979). Nas primeiras horas da manhã, as flores exalam um odor suave e adocicado com uma fragrância específica, sendo facilmente distinguíveis no campo. Segundo Dreller & Tarpy (2002) e Pernal & Currie (2002) determinadas espécies de abelhas são atraídas, principalmente, pelo odor liberado dos óleos voláteis encontrados nos grãos de pólen em famílias de plantas não

correlacionadas. De fato, a liberação de odor parece ser uma característica marcante em Myrtaceae (MAUÉS & COUTURIER, 2002).

Considerando a importância das abelhas como mantenedoras da flora nativa, regeneração e preservação do funcionamento dos ecossistemas, e a escassez de trabalhos sobre visitantes florais e polinizadores de pitangueiras, este estudo visou conhecer a diversidade de abelhas visitantes das flores de *E. uniflora* em fragmentos de FOM no município de Guarapuava, PR.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Este estudo foi realizado em duas áreas, localizadas no município de Guarapuava, PR, que está inserido entre as coordenadas 25°23'36"S e 51°27'19"O, na região centro-sul do estado, no Terceiro Planalto Paranaense (Figura 1). Guarapuava possui uma área de aproximadamente 3.117 Km² (IBGE, 2010). Segundo Köeper o clima nesta região é Subtropical Úmido Mesotérmico, sem estação seca, com ocorrência de geadas severas e temperatura média anual em torno de 22°C e a precipitação média anual de 1961 mm.

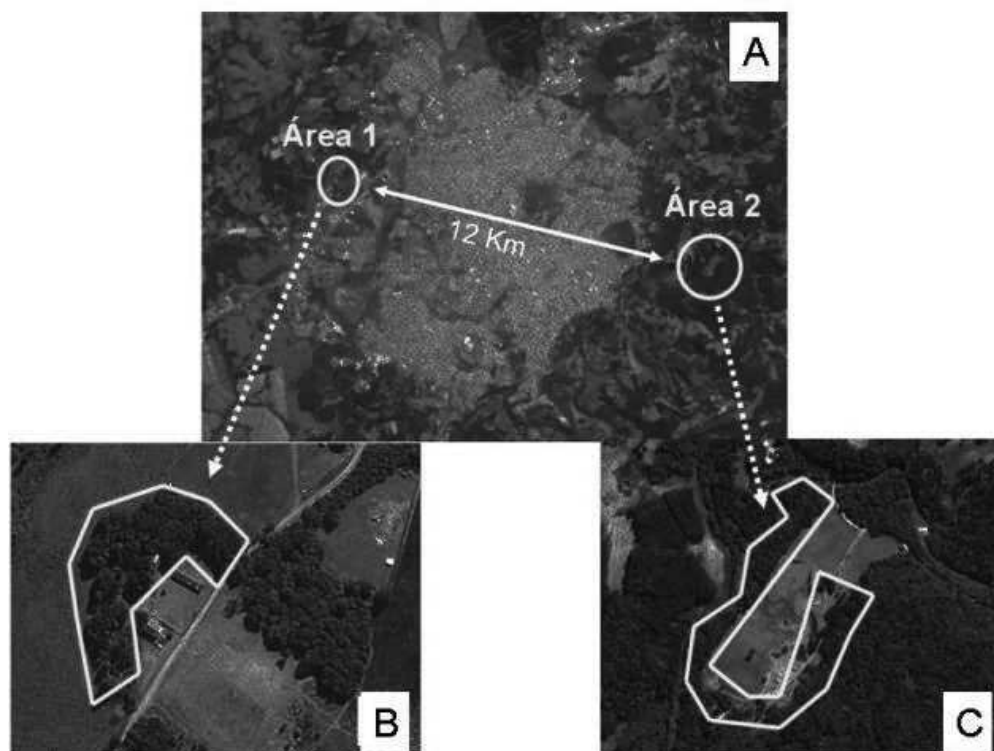
As duas áreas onde as coletas foram realizadas são fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (FOM), com semelhantes fitofisionomias. A Área 1 (oito hectares/0,08 km²), localiza-se próxima ao Aeroporto Municipal de Guarapuava, PR (Tancredo Thomaz de Faria), entre as coordenadas aproximadas 25°22'05"S e 51°32'27,16"O. A Área 2 (60 hectares/0,6 Km²), situa-se próxima às margens do Rio das Pedras (coordenadas aproximadas 25°23'43"S e 51°25'29"O).

As áreas possuem 12 Km de distância uma da outra (Figura 2) e são cercadas por outros fragmentos de FOM e campos de cultivos agrícolas. Estas áreas localizam a menos de 3km da sede municipal de Guarapuava, PR.

Figura 1 - Localização do município de Guarapuava no estado do Paraná e Brasil.



Figura 2 - Imagem da localização das duas áreas de estudo, no município de Guarapuava, PR (A). Em detalhe o perímetro percorrido nas áreas para a realização das coletas de abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora* (B e C).



(Fonte: Modificado do Google Earth, 2014)

Delimitação Amostral

As visitas para acompanhamento da floração e coletas dos visitantes florais foram realizadas no período compreendido entre o final do mês de Agosto e no mês de Setembro, do ano de 2012.

A coleta das abelhas nas flores de *E. uniflora* (Figura 3) foi realizada durante o período de atividade das abelhas nas flores (9h às 16h) e ocorreu diariamente no período de floração (Figura 3). Foram observadas e etiquetadas todas as plantas possíveis para coleta, já que algumas pitangueiras continham alturas de acesso inatingível para o método de coleta utilizado. Cada planta recebeu uma etiqueta numerada, confeccionada com fita adesiva, papel, lápis e barbante. Os dias de coleta nas áreas eram alternados. Foram monitoradas 51 pitangueiras e 24 botões florais para acompanhamento da duração das flores.

Em intervalos de 30 minutos dentro de cada hora, as abelhas que visitaram as flores de *E. uniflora* foram recolhidas com auxílio de duas redes entomológicas (puçás) (Figura 4a). Estas redes eram constituídas por cabos de alumínio de diferentes comprimentos (1m e 2,5m), aros de alumínio, circunferências de 40 cm e profundidades de 90 cm e tecido organza (o qual não permitia que as abelhas se enroscassem na malha do tecido perdendo seu material polínico, assim, as redes entomológicas não ficavam “contaminadas” com cargas polínicas a cada coleta individual de abelhas).

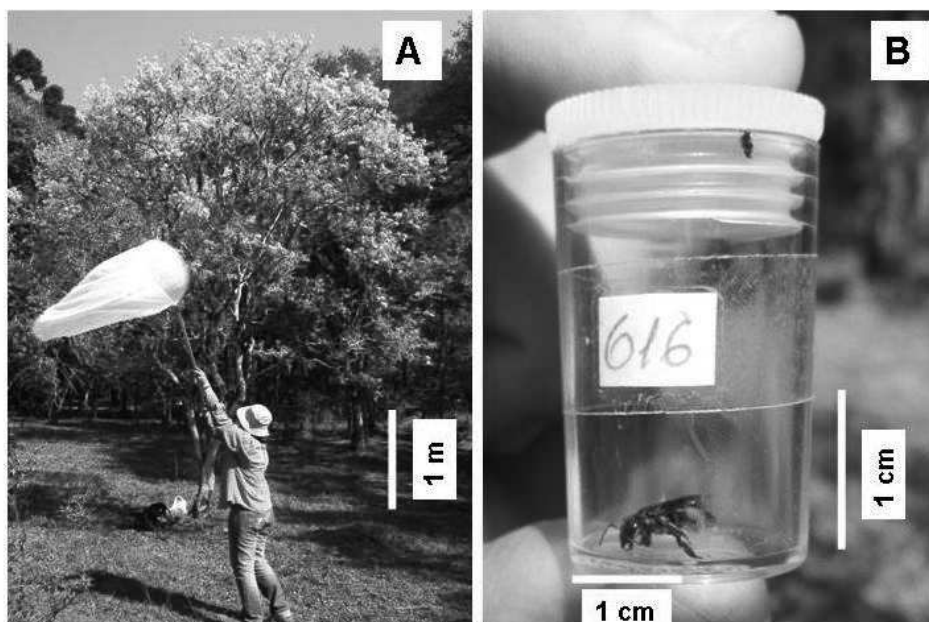
As abelhas capturadas, separadamente, foram mantidas em frascos de plástico pequenos e transparentes (Figura 4b). Após a coleta, ainda em frascos, as abelhas eram mantidas no congelador até o posterior processo de fixação em laboratório. Todos os frascos foram levados para campo numerados. Em cada captura foram registrados os dados: Área de coleta, Data, Horário, Planta e Número do Frasco.

Todos os indivíduos coletados foram separados em morfo-espécies. Alguns exemplares foram enviados para identificação, ao Professor Dr. Gabriel A. R. Melo, no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, PR. O restante dos exemplares obtidos está depositado na Coleção Entomológica do Laboratório de Biologia e Ecologia de Vespas e Abelhas da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO), em Guarapuava, PR.

Figura 3 - Flores de *Eugenia uniflora*, logo após a antese, nas quais as coletas de abelhas visitantes florais foram realizadas, em Guarapuava, PR.



Figura 4 - Coleta das abelhas visitantes florais (Área 2) com a utilização de rede entomológica (puçá), durante a floração de *Eugenia uniflora* (A). Frascos etiquetados utilizados para coleta e em detalhe uma abelha da espécie *Scaptotrigona bipunctata* (Lepelletier, 1836) capturada e com pólen na corbícula (B).



Análise dos Dados

Diversidade de Abelhas

Para avaliar a diversidade, a riqueza e a equitatividade das abelhas visitantes florais de *E. uniflora*, foram utilizados os Índices de Shannon-Wiener, Margalef e o de Pielou, respectivamente.

Estes índices foram obtidos e calculados por meio da versão 1.98 (1999 – 2010) do Programa PAST® (PALEONTOLOGICAL STATICS) (HAMMER et al., 2001).

Índice de Constância e Dominância das Espécies de Abelhas

As Frequências de Ocorrência (FO) e as Dominâncias das espécies (D) foram calculadas para cada espécie de abelha capturada nas flores de *E. uniflora*.

Para calcular a Frequência de Ocorrência foi utilizada a fórmula $FO = (F/N) \times 100$ (SILVEIRA NETO et al., 1976). A Frequência de Ocorrência representa a percentagem de constância de uma espécie. “F” representa o número de coletas de determinada espécie e “N” número total de coletas realizadas.

Após o cálculo de FO, as espécies de abelhas obtidas foram então classificadas em primárias, secundárias ou acidentais. As espécies primárias são aquelas presentes em mais da metade (50%) das coletas. As espécies secundárias são encontradas numa constância entre 25% e 50%. Já as acidentais são aquelas que apareceram em percentagem inferior a 25%.

Para o cálculo da Dominância das espécies de abelhas, foi utilizada a fórmula $D = (d/n) \times 100$ (PALMA, 1975), onde “d” representa a abundância de determinada espécie e “n” a abundância total. Após os resultados obtidos pelos cálculos as espécies foram classificadas como sendo dominantes, acessórias ou acidentais. Quando o valor encontrado for maior que 5% a espécie é classificada como dominante, quando entre 2,5% e 5% é acessória e quando o valor encontrado for menor do que 2,5% a espécie é acidental.

Segundo Palma (1975), os Índices FO e D quando usados em conjunto podem agrupar e determinar as espécies como sendo comuns, intermediárias ou raras. Este agrupamento foi realizado e as espécies foram assim classificadas.

Dados Abióticos

Utilizando o programa BioEstat (VERSÃO 5.8.1. PROFESSIONAL, 2009) foi feita a correlação linear de Pearson entre as variáveis abióticas e o período de visitação das abelhas nas flores de *E. uniflora* no decorrer das coletas.

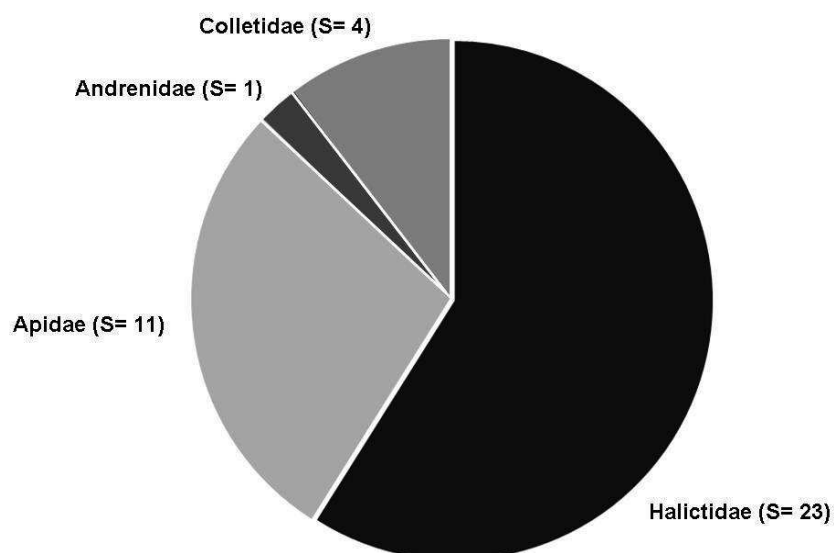
Estes dados abióticos, como Precipitação, Temperatura e Umidade Relativa do Ar, foram cedidos pelo Instituto tecnológico Simepar.

RESULTADOS

O período de floração de cada pitangueira (*E. uniflora*) na região de Guarapuava, PR, ocorre nos meses de Agosto a Outubro, com duração de aproximadamente 15 dias. A floração foi acompanhada nas duas áreas, durante 21 dias, de 25 de Agosto até o dia 14 de Setembro de 2012. Durante este período foram realizadas 17 coletas (17 dias de captura) de abelhas visitantes florais em 31 pitangueiras, totalizando 168 horas.

Foram capturadas 826 abelhas de 39 espécies e quatro famílias: Andrenidae, Colletidae, Apidae e Halictidae. A espécie mais abundante foi *Apis mellifera* (337 indivíduos), seguida por *Scaptotrigona bipunctata* (291 indivíduos) e *Melipona obscurior* (72 indivíduos). Quinze espécies, das 39 obtidas neste estudo, tiveram apenas um representante durante todo o período de amostragem (Tabela 1 Apêndice A). A família com o maior número de espécies foi Halictidae (23 espécies) e a família Andrenidae foi representada por somente uma espécie (*Anthrenoides paolae*) (Figura 5).

Figura 5 - Representação das famílias de abelhas, e o número de espécies em cada uma delas, obtidas durante a floração de *Eugenia uniflora* em dois fragmentos de FOM na região de Guarapuava, PR.



Comunidade de Abelhas

O Índice de Riqueza de Margalef (Dmg) para a comunidade de abelhas deste estudo foi 5,658 e de Diversidade Shannon (H') de 1,686. A equitatividade de Pielou (J) foi de 0,4601.

Dominância e Constância das Espécies

A união dos valores obtidos pelos cálculos de Frequência de Ocorrência (FO) e Dominância (D) revelou apenas *A. mellifera* como espécie comum na visitação das flores de *E. uniflora*.

Sete espécies foram consideradas intermediárias, sendo elas *M. obscurior*, *S. bipunctata*, *Anthrenoides paolae*, *Schwarziana quadripunctata*, *Exomalopsis bicellularis*, *Plebeia remota* e *Augochloropsis* cfr. *cognata*.

As restantes 31 espécies de abelhas obtidas foram consideradas espécies raras (Tabela 2 – Apêndice B).

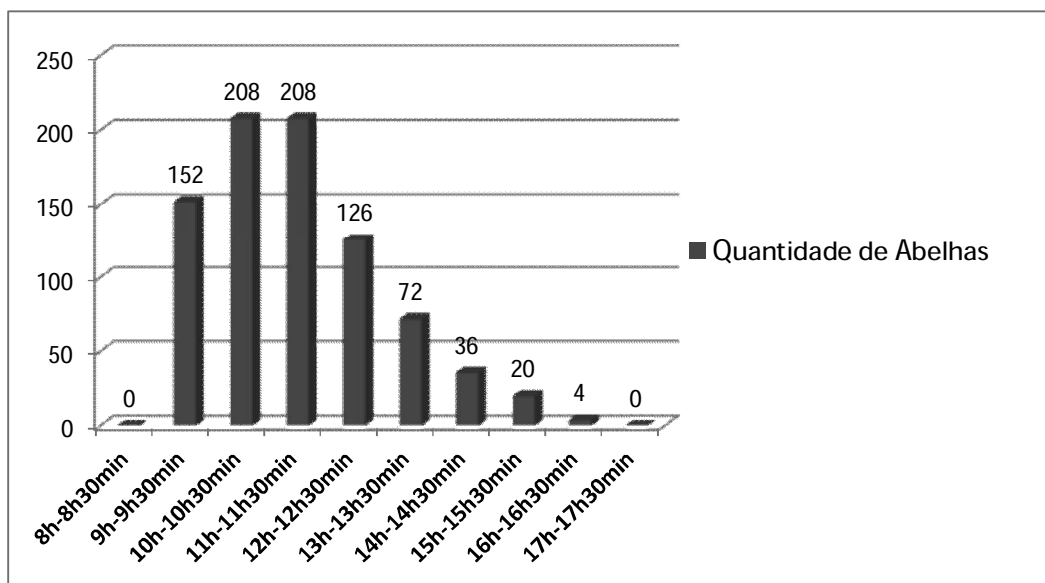
Horário de Coleta e Atividade de Abelhas

As abelhas foram capturadas das 9h às 16h 30min, havendo maior visitação entre os intervalos de 10h a 10h 30min e 11h a 11h 30min (Tabela 3 – Apêndice C e Figura 6).

Dados Abióticos e Abundância de Abelhas

A temperatura, durante o período de coleta, variou entre 8,1°C à 28,3°C e a umidade relativa do ar (U.R.) entre 30,9% à 100%. Houve precipitação somente em um dia e um intervalo de coleta, sendo de 0,2mm. Houve correlação significativa entre as variáveis temperatura e U.R. e a atividade das abelhas nas flores de *E. uniflora*. Os valores encontrados foram: Temperatura ($r = -0,5082$; $p = <0,0001$) e Umidade Relativa do Ar ($r = 0,5442$; $p < 0,0001$).

Figura 6 - Relação da quantidade de abelhas visitantes florais coletadas em *Eugenia uniflora*, em Guarapuava, PR, nos intervalos dos diferentes horários.



DISCUSSÃO

A floração da pitangueira (*Eugenia uniflora*) nos fragmentos de FOM no município de Guarapuava, PR, que ocorreu em Agosto e Setembro, coincidiu com períodos observados por outros autores, no Rio de Janeiro e São Paulo, de Agosto a Dezembro (GUIA RURAL, 1990; SILVA & PINHEIRO, 2007; FRANZON et al., 2008). Em outras regiões do Brasil, como na região Sudeste, a pitangueira pode ter mais de um período de floração, chegando até três florações ao longo do ano (PELACANI et al., 2000), o que não ocorre na região de Guarapuava, PR, possivelmente devido à esta região possuir temperaturas médias inferiores (3°C à 22°C) (MAACK, 1981) às outras regiões com climas mais quentes, como a região Sudeste, com temperaturas médias que variam de 21,5°C à 29°C (HAMADA et al., 2009).

A atividade das abelhas nas flores de *E. uniflora* no presente trabalho foi mais tardia, ocorrendo cerca de três horas e meia após a abertura das flores, diferente do observado por Silva & Pinheiro (2007), quais relataram que a atividade das abelhas na visitação das flores de *Eugenia* iniciou-se por volta das 5h 30min, logo quando as flores encontravam-se abertas. A atividade das abelhas mais tardia no presente estudo é possivelmente justificado pelas diferentes condições climáticas. Acredita-se que as abelhas iniciam, aumentam ou diminuem o ritmo da atividade de forrageamento influenciada pelas condições climáticas, principalmente pela temperatura (ROUBIK, 1989).

A riqueza de abelhas visitantes florais de *E. uniflora* em Guarapuava (S= 39 espécies) foi bem maior que aquela registrada por Silva & Pinheiro (2007) no estado do Rio de Janeiro (S= 11 espécies). Segundo Michener (1979) a região Sul do Brasil é uma das áreas mais ricas em Apoidea do mundo. Além de haver uma riqueza maior de espécies de abelhas nas pitangueiras dos fragmentos de FOM em Guarapuava, PR, a riqueza de famílias também foi maior que aquela registrada no estudo de Silva & Pinheiro (2007).

Silva & Pinheiro (2007) obtiveram espécies de abelhas que pertencem às famílias Apidae, Halictidae e um exemplar da família Colletidae. Em um estudo de revisão sobre polinização e dispersão de sementes de Myrtaceae no Brasil, Gressler et al. (2006) encontraram abelhas visitantes florais pertencentes somente às família Apidae e Halictidae, neste estudo foram encontradas também representantes de Colletidae e Andrenidae. Segundo Alves-dos-Santos (2007) as famílias mais

diversas em toda a região Sul são Apidae e Halictidae, sendo que Halictidae, neste estudo, foi a que apresentou o maior número de espécies, demonstrando que esta mesma riqueza é válida também para abelhas desta família que visitam as flores de *E. uniflora*.

Neste estudo a riqueza (Margalef) e a diversidade (Shannon) da apifauna visitante de *E. uniflora* foi maior do que o obtido por Silva & Pinheiro (2007). Valores altos de riqueza e diversidade indicam, na maior parte dos casos, uma comunidade bem estruturada, com muitas espécies raras (COSTA et al., 1993), fato que também foi observado no presente trabalho. Segundo Alves-dos-Santos (2007) a comunidade de abelhas no Sul do Brasil é composta por muitas espécies raras e poucas abundantes, o que reforça o que foi aqui obtido, pois somente uma espécie, *A. mellifera*, foi observada como espécie comum.

De todas as espécies de abelhas capturadas neste estudo, *Apis mellifera* foi a mais abundante, o que também foi observado por Pelacani et al. (2000), em São Paulo e Silva & Pinheiro (2007), no Rio de Janeiro, com abelhas que visitaram flores de *E. uniflora*. Segundo Queiroz & Gribel (s.d.) esta espécie é atraída apenas para plantas que apresentam grande número de flores, como é o caso de *E. uniflora*, cuja floração possui estas características. Embora *A. mellifera* seja uma espécie exótica no Brasil, se tornou o visitante floral mais comum nos ambientes tropicais (ROUBIK, 2000).

Scaptotrigona bipunctata, espécie intermediária neste estudo e a segunda mais abundante, não foi coletada em *E. uniflora* no trabalho de Silva & Pinheiro (2007), no Rio de Janeiro, embora *S. xanthotricha* Moure, 1950, espécie do mesmo gênero, tenha sido registrada no estudo destes autores. Espécies do gênero *Scaptotrigona* (*S. depilis* (Moure, 1942) e *S. fulvicutis* (Moure, 1964)) foram encontradas como abundantes visitantes florais de Myrtaceae em outros estudos realizados com estas espécies nos estados Mato Grosso do Sul e Amazonas (MARQUES-SOUZA et al., 2007; FERREIRA et al., 2010).

Scaptotrigona bipunctata está entre as espécies mais comuns de Meliponina (subtribo de Apidae) encontradas nos estado do Paraná (PARANÁ, 2009), o que explica o grande número de indivíduos coletados neste trabalho. Esta espécie possui comportamento altamente defensivo, ou seja, são agressivas (NOGUEIRA-NETO, 1970), o que também pode explicar sua abundância e frequência aqui obtida frente à

presença de outras espécies. Não existem registros, até o momento, que revelem esta espécie forrageando em *E. uniflora* ou qualquer outra espécie de *Eugenia*.

Melipona obscurior, terceira espécie mais abundante neste estudo e também considerada intermediária, possui hábitos generalistas (KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ FONSECA, 1987) e registros de ocorrência na Bahia e regiões Sul e Sudeste do Brasil (ROUBIK, 1989, NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVEIRA et al., 2002). Em um estudo realizado no Rio Grande do Sul, foi observado que *M. obscurior* visitou e utilizou recursos em flores de espécies da família Myrtaceae (HILGERT-MOREIRA, 2012).

No Amazonas, *Melipona (Michmelia) seminigra seminigra* Friese, 1903 foi considerada o polinizador mais eficiente de *Eugenia stipitata* McVaugh (QUEIROZ & GRIBEL, [s.d.]), havendo também registros da ocorrência de abelhas deste gênero (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) polinizando *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) (CASTRO & ARAÚJO, 1998). Estes dados corroboram a abundância aqui obtida, para a espécie *M. obscurior* como visitante floral da pitangueira, mostrando que abelhas deste gênero são visitantes florais de *Eugenia* em regiões com condições climáticas distintas, havendo a possibilidade de *M. obscurior* também ser uma espécie de abelha polinizadora de *E. uniflora*.

Este trabalho foi o primeiro a registrar a presença de *Plebeia remota* em flores de *E. uniflora*. A espécie *Plebeia remota*, que no presente trabalho foi classificada como espécie intermediária, não é comumente observada como visitante floral ou polinizadora de outras espécies pertencentes à família Myrtaceae (GONÇALVES et al., [s.d.]; MAUÉS & COUTURIER, 2002; SILVA & PINHEIRO, 2007; SIQUEIRA et al., 2012).

Um resultado deste trabalho que merece destaque foi a presença de *Anthrenoides paolae* visitando as flores de *E. uniflora*, pois não há nenhum registro de visitação floral ou polinização desta espécie em nenhuma Myrtaceae. Esta espécie foi a única representante da família Andrenidae neste estudo, sendo observada também como intermediária.

Em outros trabalhos sobre abelhas visitantes florais de espécies de Myrtaceae (*P. guajava* e *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) (GONÇALVES et al., [s.d.]; MAUÉS & COUTURIER, 2002) foram coletados exemplares do gênero *Exomalopsis*, no presente estudo foi obtida a espécie *Exomalopsis bicellularis*, o que reforça a presença destas abelhas como visitantes das flores de Myrtaceae. Embora as áreas

do presente estudo sejam fragmentos, espécies endêmicas de Floresta Atlântica (PEDRO & CAMARGO, 2000), como *Exomalopsis bicellularis*, continuam sendo visitantes das flores de *E. uniflora*. Esta espécie é a única espécie representante do gênero (*Exomalopsis (Diomalopsis)*) no Brasil (SILVEIRA et al., 2002).

Das 31 espécies raras aqui obtidas, 22 pertencem à família Halictidae. Existe uma tendência de aumento na proporção de espécies de Halictidae em áreas com distúrbios (LAROCCA et al., 1982). Considerando que este trabalho foi realizado em áreas que são fragmentos florestais, sitiados por cultivos agrícolas e áreas antropizadas, isto explica a grande ocorrência obtida de abelhas desta família.

Augochloropsis cfr. *cognata*, uma das espécies da família Halictidae neste estudo, pertence à um dos gêneros mais ricos em espécies na fauna brasileira (SILVEIRA et al., 2002). O presente estudo fortalece esta estimativa também para visitantes florais de *E. uniflora*, pois *Augochloropsis* foi o segundo gênero mais representado neste trabalho, com sete espécies encontradas, tendo apenas *Augochloropsis* cfr. *cognata* como espécie intermediária e as restantes raras. A quantidade de espécies raras encontradas neste trabalho ressalta a importância do conhecimento da diversidade de espécies de abelhas visitantes florais de *E. uniflora*. Espécies raras são mais dificilmente amostradas e há a dificuldade em reunir informações sobre seus hábitos de visitação floral (BOSCH et al., 2009).

Uma das espécies raras aqui obtidas foi *Xylocopa bimaculata*, gênero de abelha considerado polinizador de *E. uniflora* no trabalho de Silva & Pinheiro (2007). Abelhas do gênero *Xylocopa* são visitantes florais de outras espécies de Myrtaceae (SCHLINDWEIN et al., 2003; SIQUEIRA et al., 2012). Para muitas abelhas deste gênero (como *X. bimaculata*) suas relações com as flores ainda são pouco ou nada conhecidas (SCHLINDWEIN et al., 2003). Gonçalves et al. (s.d.) observaram três espécies de *Xylocopa* (*Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789); *Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens* Lepelletier, 1841; *Xylocopa* sp.) visitando as flores de *P. guajava* (Myrtaceae), o que reforça, com a espécie coletada neste trabalho, a afirmação de que muitas espécies de *Xylocopa* são visitantes florais de Myrtaceae.

Embora a riqueza no número de espécies obtidas neste trabalho tenha sido superior, quando comparada com outros trabalhos citados anteriormente realizados com *E. uniflora* e outras espécies de Myrtaceae, a quantidade de espécies raras foi muito grande, o que pode ser explicado por Schowalter (2006). Este autor revela que em áreas fragmentadas (como no trabalho aqui realizado) aonde existam abelhas

nativas e *A. mellifera*, esta aumenta sua visitação enquanto a tendência da população de abelhas nativas é entrar em declínio.

CONCLUSÕES

A família de visitantes florais com maior representatividade de espécies foi Halictidae.

A riqueza e diversidade da apifauna visitante das flores de *E. uniflora* aqui observada é superior a outros trabalhos desenvolvidos com a mesma espécie botânica e composta por um grande número de espécies raras de abelhas.

A espécie *Apis mellifera* foi a visitante floral mais frequente e única espécie comum. Possivelmente esta espécie é uma importante polinizadora da pitangueira.

Os testes apontaram correlação significativa existente entre as variáveis abióticas e a abundância de abelhas nas flores.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. V.; CANSIAN, R. L.; KUBIAK, G. B.; SLAVIERO L. B.; TOMAZONI, T. A.; BUDKE, J. C. & MOSSI, A. J. Variabilidade genética de *Eugenia uniflora* L. em remanescentes florestais em diferentes estádios sucessionais. **Revista Ceres** vol.60, Viçosa, 2013.
- ALMEIDA, D.; MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; et al. **Plantas visitadas por abelhas e polinização**. (Série Produtor Rural, nº especial). Piracicaba: ESALQ, 40p. 2003.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Estudos sobre comunidades de abelhas no Sul do Brasil e proposta para avaliação rápida da apifauna subtropical. **Revista Brasileira de Ecologia**, 11 pp. 53-65. 2007.
- BORGES, H. B. N. **Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado**. (Pós Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 2000.
- BOSCH, J.; GONZÁLEZ, A. M. M.; RODRIGO, A. & NAVARRO, D. Plant pollinator networks: adding the pollinator's perspective. **Ecology Letters**, vol. 12, no. 5, pp. 409–419, 2009.
- CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J.; BIALI, L. J.; EBLING, A. A.; ANDRZEJEWSKI, C. & BRANDÃO, C. F. L. S. Regeneração natural avançada de um fragmento de mata ciliar em Jaguari, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.7, n.2, p.315-321, 2012.
- CASTRO, M. S.; ARAUJO, V. M. L. Visita de abelhas às flores da goiabeira (*Psidium guajava* L.). In: **Anais do XV Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Poços de Caldas; Brasil. Poços de Caldas, 1998.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SEMAD/INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS–MG. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF. 40p. 2000.
- COSTA, E. C.; LINK, D.; MEDINA, L. D. Índice de diversidade para entomofauna da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). **Ciência Florestal**. Santa Maria, 3(1) pp. 65-75. 1993.
- COUTO, R. H. N. e COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. 191 p. 2002.
- CULLEN JR, L.; RUDRAN, R. & VALLADARES, P. **Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 2ª Ed. Editora da UFPR / Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba. 2006.

DRELLER, C. & TARPY, D. R. Perception of the pollen need by foragers in a honeybee colony. **Animal Behaviour**, 59 pp. 91-96. 2002.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press. 1994.

FAEGRI, K. & PIJL, L. V. **The principles of pollination ecology**. 2 ed. Oxford, Pergamon Press. 291p. 1976.

FAEGRI, K. & PIJL, L. VAN DER. **The principles of pollination ecology**. Oxford, Pergamon Press. 1979.

FERREIRA, M. G.; MANENTE-BALESTIERI, F. C. D.; & BALESTIERI, J. B. P. Pollen harvest by *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini) in Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, vol. 54, n 2, pp. 258–262, 2010.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; COSTA, A.; HOPKINS, M.; LEITMAN, M. P.; LOHMANN, L. G.; MARTINELLI, G.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. I.; PIRANI, J. R.; QUEIROZ, L. P.; STEHMANN, J. R.; WALTER, B. M. T. & ZAPPI, D. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. 2010. Introdução: as angiospermas do Brasil, pp. 78-89. Vol. 1.
Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/z3529/pdf/forzza-9788560035083-10.pdf>>
Acesso em 15 Out. 2013.

FRANZON, R. C.; GONÇALVES, R. D.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v30, n. 2, pp. 488-49. 2008.

FRANZON, R. C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitanga** (*Eugenia, uniflora* L.). 2008. 100 f. (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, 6(1) pp.64-68. 1974.

GONÇALVES, R. B. & BRANDÃO, C. R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**. vol.8, n4. 2008.

GONÇALVES, R. W.; LEAL, S. M.; BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. **Visitantes da goiabeira (*Psidium guajava* L.) em áreas de fruteiras do Vale Irrigado do São Francisco**. Disponível em: <<http://www.ebda.ba.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/visitantes.pdf>>. Acesso em: 17 Out. 2013.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A. & MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v29, n4, pp.509-530, 2006.

GUIA RURAL. **Pitangueira**, pp36. São Paulo: Editora Abril. 1990.

HAMADA, E.; GHINI, R.; MAIA, A. H. N.; PEDRO JUNIOR, M. J. **Avaliação da temperatura média prevista pelos medelos climáticos globais no Sudeste do Brasil**. XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belo Horizonte, MG. 2009. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2009/cba2009/200.pdf> Acesso em: 30 Out. 2013.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9pp. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em: 01 Dez. 2013.

HILGERT-MOREIRA, S. B. **Recursos utilizados por *Melipona obscurior* Moure e *Apis mellifera* Linnaeus na Mata Atlântica no Sul do Brasil – Subsídios para o manejo de polinizadores e a conservação da biodiversidade**. 2012. (Doutorado) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Porto alegre. 2012.

IBGE. **Área territorial oficial**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/area.php?nome=guarapuava&codigo=&submit.x=34&submit.y=16>. Acesso em: 12 Mar 2014. 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, 10(4) pp. 59-62. 2010.

INTERAGENCY TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM – ITIS. **Catalogue of life: 2010 annual checklist**. Disponível em: <<http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2010/details/database/id/67>> Acesso em 15 Out. 2013.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, Flowering Plants, and Conservation Biology. **BioScience**, v47, pp. 297-306. 1997.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. & WASER, N. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 29: pp. 83–112. 1998.

KEVAN, P. G. & PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology** 5 (1): 8, 2001. Disponível em: < <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art8/> > Acesso em: 28 Out. 2013.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, 18(1) pp. 69-100. 1987.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M. & THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science**: EUA 24; 99 (26) pp. 16812-6, 2002.

- LAROCA, S. et al. A associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. **Dusenía**, Curitiba, v13, n3, pp. 93-117. 1982.
- LEVIN, D. A. & ANDERSON, W. W. Competition for pollinators between simultaneously flowering species. **The American Naturalist**, 104 pp. 455-467. 1970.
- LEWINSOHN, T. L. & PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira, síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Editora Contexto. 2002.
- LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. **Methods of melissopalynology**. Bee World, v51, pp. 25 – 138. 1970.
- LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. **Methods of melissopalynology**. Bee World, v59, pp. 139 – 157. 1978.
- LUGHADHA, E. N. & PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 83 pp. 480-503. 1996.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio. 450p. 1981.
- MARCHI, P. & ALVES-DOS-SANTOS, I. As abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille (Xylocopini, Apidae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** vol.13, n.2, pp. 249-269. 2013.
- MARQUES-SOUZA, A. C.; ABSY, M. L. & KERR, W. E. Pollen harvest features of the Central Amazonian bee *Scaptotrigona fulvicutis* Moure 1964 (Apidae: Meliponinae), in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v21, n1, pp. 11–20, 2007.
- MAUÉS, M. M. & COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva de camucamu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25(4) pp. 441-448. 2002.
- MERWE, M. M.; WYK, A. E. & BOTHA, A. M. Molecular phylogenetic analysis of *Eugenia* L. (Myrtaceae), with emphasis on southern Africa taxa. **Plant Systematic Evolution**. 2004.
- MICHENER, C. D. Biogeography of the bees. **Annals of the Missouri Botanical Gardens**, 66 pp.277–347. 1979.
- MICHENER, C. D. The bees of the world. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 913p. 2000.
- MICHENER, C. D. & GRIMALDI, D. A. A *Trigona* from late Cretaceous amber of New Jersey (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). **American Museum Novitates**, (2917) pp. 1-10. 1988.
- MONTEIRO, D.; FLORENCE, C. T.; ROSA, J. F.; SILVA, M. D.; ALMEIDA, M. E. S. Relação entre abelhas da subtribo meliponina e árvores com florada em massa de

Stryphnodendron pulcherrimum (Willd.) Hochr em uma área de mata atlântica no baixo sul da Bahia. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. Pág 1-2. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/612.pdf>> Acesso em: 14 Out. 2013.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858. 2000.

NABHAN, G. P.; BUCHMANN, S. Services provided by pollinators. In: DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington: Island Press. pp. 133-150. 1997.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização Com Abelhas Africanizadas. In: **ENCONTRO SOBRE ABELHAS**. Ribeirão Preto. Anais... São Paulo, 1994, pp. 101-117. 1994.

NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Tecnapis. 256p. 1970.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo, Nogueirapis Editora, 445p. 1997.

O'BRIEN, S.P. & CALDER, D. M. Reproductive biology and floral phenologies of the sympatric species *Leptospermum myrsinoides* and *L. continentale* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botanic**, 41 pp. 527–539.1993.

PALMA, S. Contribución al estudio de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaiso. Aspectos ecológicos. **II Simpósio Latino Americano Sobre Oceanografía Biológica**. Dórien, Venezuela, pp. 119-133. 1975.

PARANÁ, Instituto Ambiental do. **Plano de Conservação para Abelhas Sociais Nativas sem ferrão**. IAP/ Projeto Paraná Biodiversidade. 2009.

PEDRO, S. R. M. & CAMARGO, J. M. F. **Apoidea Apiformes**, In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados Terrestres. FAPESP, São Paulo, v5, pp.195-211. 2000.

PELACANI, M. G. N., et al. Biologia floral da pitangueira (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae). **Revista Argumento**, Jundiaí-SP, ano II, nº 4, pp. 17-20. 2000.

PELLISSIER, L.; POTTIER, J.; VITTOZ, P.; DUBUIS, A. Spatial pattern of floral morphology: possible insight into the effects of pollinators on plant distributions. **Oikos**, 119; 11. pp. 1805–1813, 2010.

PERNAL, S. F. & CURRIE, R. W. Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. **Animal Behaviour**, 63 pp. 369-390. 2002.

PINHEIRO-MACHADO, C. & SILVEIRA, F. A. **Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields**, p.25-37. In FONSECA, V.L.I.; SARAIVA, A. M. & JONG, D.D. Bees as pollinators in Brazil: Assessing the status and suggesting best practices. Ribeirão Preto, Holos, 96p. 2006.

PRIMACK R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina – PR. 135p. 2001.

PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers, 479 p. 1996.

QUEIROZ, A. L.; GRIBEL, R. **Biologia Floral e Polinização do Araçá-Boi (*Eugenia stipitata* Mcvaugh 1956, Myrtaceae) na Região de Manaus-AM**. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/116/polinizacao1.htm>>. Acesso em 21 Out. 2013.

RAMIREZ, N. & BRITO, Y. Pollination biology in a palm swamp community in the Venezolana central plains. **Botanical Journal Linnean Society**, 110 pp. 277-302. 1992.

ROCHA, M. C. L. & ALENCAR, S. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: Ibama, 88p. 2012.

ROMAGNOLO, M. B.; SOUSA, M. C. O. Gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do Alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 20, n.3, 2006.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology Series. 514p. 1989.

ROUBIK, D. W. The foraging and potential outcrossing pollination ranges of african honey bees (Apiformes: Apidae; Apini) in Congo forest. **Journal of the Kansas Entomological Society**, 72 (4) pp. 394-40. 2000.

SANTOS, F. M.; CARVALHO, C. A. L & SILVA, R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Acta Amazonica**, v34, p. 319–328, 2004.

SCALON, S.P.Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R. & VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 23 pp. 652 – 655. 2001.

SCHLINDWEIN, C.; SCHLUMPBERGER, B.; WITTMANN, D. & MOURE, J. S. O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista Brasileira de Entomologia** v47, pp. 107-118. 2003.

SCHOWALTER, T.D. **Insect ecology: an ecosystem approach**. Canadá: Academic Press. 572 p. 2006.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) **Acta Botanica Brasiliensi**, Brasília, São Paulo, v21, n1, pp. 235-247, 2007.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v23, n2, pp. 330-334, 2001.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, IDMAR, 253p. 2002.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, **Agronomia Ceres**. 419p. 1976.

SIMEPAR. Instituto Tecnológico Simepar. Disponível em: < <http://www.simepar.br/>> Acesso em: 02 Dez. 2013.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; SILVA, L. T. Ecologia da polinização de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae): riqueza, frequência e horário de atividades de visitantes florais em um sistema agrícola. **Magistra**, v. 24, número especial, pp. 150-157. 2012.

STEFFAN-DEWENTER, I.; KLEIN, A. M.; GAEBELE, V.; ALFERT, T. & TSCHARNTKE, T. **Bee Diversity and Plant-Pollinator Interactions in Fragmented Landscapes**. In: WASSER, N. M. & OLLERTON, J. Plant Pollinator interaction from specialization to generalization. The University of Chicago Press: E. U. A, pp. 387-407, 2006.

TAURA, H. M.; LAROCA, S.; BARBOSA, J. F. & RODRIGUES, J. Melissocenótica (Apoidea, Anthophila) no Parque Florestal dos Pioneiros, Maringá, PR (sul do Brasil): Parte II. Utilização de recursos florais. **Acta Biológica Paranaense** Curitiba, 36 (3-4) pp. 175-192. 2007.

TOJU, H. & SPTA, T. Imbalance of Predator and Prey Armament: Geographic Clines in Phenotypic Interface and Natural Selection. **The American Naturalist**. Vol. 167, pp. 105–117. 2006.

URBAN, D. Espécies novas de *Anthrenoides* Ducke (Hymenoptera, Andrenidae) do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 49(1) pp. 36-62. 2005.

WESTERKAMP, C. Flores e abelhas na disputa. **Ciência Hoje**. v34. n203, pp. 63-68. 2004.

YAMANO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, 21(3) pp. 553-573. 2007.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O & BELGRANO, M. J. **Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)**. vol1. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107. 2008.

Continuação...

| Família | Gênero/Espécie de Abelha | Mês e dia da captura | | | | | | | | | | | | | | | | Total de indivíduos | |
|---------------|---|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|------------|
| | | Agosto | | | | Setembro | | | | | | | | | | | | | |
| | | 25 | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | | 14 |
| Apidae | <i>Xylocopa (Dasxylocopa) bimaculata</i> Friese, 1903 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836) | 7 | - | 1 | 8 | - | 18 | 38 | 7 | 15 | 13 | 11 | 41 | 31 | 30 | 43 | 15 | 15 | 293 |
| | <i>Melipona (Eomelipona) obscurior</i> Moure, 1971 | - | - | 1 | 3 | - | 9 | 12 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 8 | 17 | 4 | 74 |
| | <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903) | - | - | 1 | - | 1 | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 1 | - | 1 | 2 | 2 | 1 | - | 21 |
| | <i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836) | 1 | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | 3 | - | - | - | - | 1 | - | 7 |
| | <i>Exomalopsis (Diomalopsis) bicellularis</i> Michener & Moure, 1957 | - | - | - | 1 | - | - | 2 | - | 1 | 1 | 1 | - | 2 | - | 1 | 3 | 1 | 13 |
| | <i>Exomalopsis (Phanomalopsis) aureosericea</i> Friese, 1899 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Ceratina</i> cfr. (<i>Ceratinula</i>) <i>biguttulata</i> (Moure, 1941) | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 |
| | <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 | 5 | 30 | 39 | 7 | 13 | 14 | 25 | 30 | 48 | 26 | 25 | 14 | 9 | 7 | 7 | 31 | 7 | 337 |
| | Total de indivíduos | 17 | 32 | 44 | 22 | 15 | 49 | 82 | 44 | 85 | 51 | 48 | 62 | 46 | 49 | 69 | 78 | 33 | 826 |
| | Total de espécies de abelhas | 6 | 3 | 6 | 7 | 3 | 8 | 8 | 6 | 15 | 9 | 10 | 9 | 6 | 10 | 12 | 13 | 9 | - |

Apêndice B - Tabela 2- Índices de Frequência de Ocorrência (FO) e de Dominância (D) e as denominações para cada espécie de abelha visitante floral coletada nas flores de *Eugenia uniflora*.

| Família de Abelha | Gênero/Espécie de Abelha | Frequência de ocorrência (%) | Dominância (%) | Denominação |
|-------------------|--|------------------------------|----------------|---------------|
| Andrenidae | <i>Anthrenoides paolae</i> Urban, 2005 | 47,05 | 1,81 | Intermediária |
| Colletidae | <i>Rhynchocolletes albicinctus</i> Moure, 1943 | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Hylaeus</i> aff. <i>geminus</i> (Vachal, 1910) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Hylaeus</i> cfr. <i>asper</i> (Vachal, 1909) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Hylaeus</i> aff. <i>vachali</i> Meade-Waldo, 1923 | 17,64 | 0,36 | Rara |
| Halictidae | <i>Neocorynura</i> cfr. <i>chapadicola</i> (Cockerell, 1901) | 5,8 | 0,24 | Rara |
| | <i>Halictillus loureiroi</i> (Moure, 1941) | 11,76 | 0,36 | Rara |
| | <i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909) | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Paroxystoglossa</i> cfr. <i>barbata</i> Moure, 1960 | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Paroxystoglossa</i> sp. Moure, 1941 | 17,64 | 0,48 | Rara |
| | <i>Ceratalictus psoraspis</i> (Vachal, 1911) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Augochlora</i> sp. Smith, 1853 | 29,42 | 0,6 | Rara |
| | <i>Augochloropsis chloera</i> (Moure, 1940) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Augochloropsis sparsilis</i> (Vachal, 1903) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Augochloropsis sympleres</i> (Vachal, 1903) | 17,64 | 0,36 | Rara |
| | <i>Augochloropsis imperialis</i> (Vachal, 1903) | 23,52 | 0,6 | Rara |
| | <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900) | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Augochloropsis</i> cfr. <i>cognata</i> Moure, 1944 | 29,41 | 0,72 | Intermediária |
| | <i>Augochloropsis notophos</i> (Vachal, 1903) | 17,64 | 0,36 | Rara |
| | <i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Dialictus picadensis</i> (Strand, 1910) | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918) | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Dialictus pabulator</i> (Schrottky, 1910) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Dialictus</i> sp.1 Robertson, 1902 | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Dialictus</i> sp.2 Robertson, 1902 | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Dialictus</i> sp.3 Robertson, 1902 | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Dialictus</i> sp.4 Robertson, 1902 | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Dialictus</i> sp.5 Robertson, 1902 | 5,8 | 0,12 | Rara |

Continuação...

| Família de Abelha | Gênero/Espécie de Abelha | Frequência de ocorrência (%) | Dominância (%) | Denominação |
|-------------------|---|------------------------------|----------------|---------------|
| Apidae | <i>Xylocopa (Dasyxylocopa) bimaculata</i> Friese, 1903 | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836) | 88,23 | 35,47 | Intermediária |
| | <i>Melipona (Eomelipona) obscurior</i> Moure, 1971 | 82,35 | 8,95 | Intermediária |
| | <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903) | 70,58 | 2,54 | Intermediária |
| | <i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900) | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) | 5,8 | 0,12 | Rara |
| | <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836) | 35,29 | 0,84 | Intermediária |
| | <i>Exomalopsis (Diomalopsis) bicellularis</i> Michener & Moure, 1957 | 52,94 | 1,57 | Intermediária |
| | <i>Exomalopsis (Phanomalopsis) aureosericea</i> Friese, 1899 | 11,76 | 0,24 | Rara |
| | <i>Ceratina</i> cfr. (<i>Ceratinula</i>) <i>biguttulata</i> (Moure, 1941) | 11,76 | 0,36 | Rara |
| | <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 | 100 | 40,79 | Comum |

Apêndice C - Tabela 3 - Relação entre o número de abelhas visitantes florais capturadas em *Eugenia uniflora* e os horários de coleta.

| Família | Gênero/Espécie de Abelha | Horário (hora do dia) | | | | | | | | Total de indivíduos |
|---------------------------------------|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------|
| | | 9h | 10h | 11h | 12h | 13h | 14h | 15h | 16h | |
| Andrenidae | <i>Anthrenoides paolae</i> Urban, 2005 | - | 2 | 7 | 2 | 3 | 1 | - | - | 15 |
| Colletidae | <i>Rhynchocolletes albicinctus</i> Moure, 1943 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Hylaeus</i> aff. <i>geminus</i> (Vachal, 1910) | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| | <i>Hylaeus</i> cfr. <i>asper</i> (Vachal, 1909) | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Hylaeus</i> aff. <i>vachali</i> Meade-Waldo, 1923 | 1 | - | 1 | - | - | - | 1 | - | 3 |
| Halictidae | <i>Neocorynura</i> cfr. <i>chapadicola</i> (Cockerell, 1901) | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Halictillus loureiroi</i> (Moure, 1941) | - | - | 2 | - | 1 | - | - | - | 3 |
| | <i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909) | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 2 |
| | <i>Paroxystoglossa</i> cfr. <i>barbata</i> Moure, 1960 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Paroxystoglossa</i> sp. Moure, 1941 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 4 |
| | <i>Ceratalictus psoraspis</i> (Vachal, 1911) | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Augochlora</i> sp. Smith, 1853 | - | 1 | 3 | - | 1 | - | - | - | 5 |
| | <i>Augochloropsis chloera</i> (Moure, 1940) | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 |
| | <i>Augochloropsis sparsilis</i> (Vachal, 1903) | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Augochloropsis sympleres</i> (Vachal, 1903) | - | - | 1 | 2 | - | - | - | - | 3 |
| | <i>Augochloropsis imperialis</i> (Vachal, 1903) | - | 2 | 1 | 1 | - | - | 1 | - | 5 |
| | <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900) | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Augochloropsis</i> cfr. <i>cognata</i> Moure, 1944 | 1 | - | 2 | - | 1 | - | 2 | - | 6 |
| | <i>Augochloropsis notophos</i> (Vachal, 1903) | - | - | 1 | - | 1 | 1 | - | - | 3 |
| | <i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940) | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| | <i>Dialictus picadensis</i> (Strand, 1910) | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | 2 |
| | <i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918) | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Dialictus pabulator</i> (Schrottky, 1910) | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Dialictus</i> sp.1 Robertson, 1902 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Dialictus</i> sp.2 Robertson, 1902 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 |
| <i>Dialictus</i> sp.3 Robertson, 1902 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | |
| <i>Dialictus</i> sp.4 Robertson, 1902 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | |
| <i>Dialictus</i> sp.5 Robertson, 1902 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | |

Continuação...

| Família | Gênero/Espécie de Abelha | Horário (hora do dia) | | | | | | | | Total de indivíduos |
|-------------------------------------|---|-----------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|
| | | 9h | 10h | 11h | 12h | 13h | 14h | 15h | 16h | |
| Apidae | <i>Xylocopa (Dasyxylocopa) bimaculata</i> Friese, 1903 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepelletier, 1836) | 44 | 91 | 85 | 46 | 19 | 7 | 1 | - | 293 |
| | <i>Melipona (Eomelipona) obscurior</i> Moure, 1971 | 2 | 13 | 18 | 17 | 14 | 9 | 1 | - | 74 |
| | <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903) | 2 | 2 | 3 | 7 | 5 | 1 | 1 | - | 21 |
| | <i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900) | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| | <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepelletier, 1836) | 1 | 2 | 3 | 1 | - | - | - | - | 7 |
| | <i>Exomalopsis (Diomalopsis) bicellularis</i> Michener & Moure, 1957 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | - | 13 |
| | <i>Exomalopsis (Phanomalopsis) aureosericea</i> Friese, 1899 | - | - | - | 1 | - | 1 | - | - | 2 |
| | <i>Ceratina</i> cfr. (<i>Ceratinula</i>) <i>biguttulata</i> (Moure, 1941) | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | 3 |
| | <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 | 96 | 86 | 62 | 43 | 19 | 15 | 12 | 4 | 337 |
| Total de indivíduos | | 152 | 208 | 208 | 126 | 72 | 36 | 20 | 4 | 826 |
| Total de espécies de abelhas | | 10 | 13 | 27 | 14 | 16 | 8 | 8 | 1 | - |

CAPÍTULO 2

REDES DE INTERAÇÃO DE ABELHAS VISITANTES FLORAIS DA PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L., MYRTACEAE) EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PR

RESUMO

Estudos sobre redes de interação têm auxiliado na compreensão da dinâmica das relações mutualísticas, pois permitem uma representação de sua complexidade e a estrutura de uma comunidade, bem como simulação de extinções, perda de interações e conhecimento das espécies-chave. A análise polínica permite o conhecimento da história de visitação das abelhas e é uma ferramenta de complemento no estudo das interações entre abelhas e flores. Tendo em vista que *E. uniflora* é uma planta nativa no Brasil e abundante na Floresta Ombrófila Mista este estudo objetivou, a partir de análises polínicas, conhecer as interações entre suas flores e as abelhas visitantes florais. Todo o material polínico, proveniente do corpo das abelhas e das plantas encontradas nas proximidades foi submetido ao processo de acetólise. Foram obtidas 29 espécies de abelha com carga polínica e 20 tipos polínicos. Todas as abelhas apresentaram hábitos generalistas e o pólen de *E. uniflora* foi o único presente em todas as espécies de abelha. *Apis mellifera* foi a espécie mais generalista. As redes obtidas são aninhadas, com baixa especialização e há forte interação das abelhas com *E. uniflora*, o que revela que suas flores são uma importante fonte de pollen para as abelhas que a visitam.

Palavras-chave: Pólen, *Apis mellifera*, Aninhamento, Mutualismo, Análise polínica.

ABSTRACT

Studies about interaction networks have aided in understand of the dynamic of mutualistic relationships, they allow a representation of its complexity and structure of a community as well as simulation of extinctions, loss of links and knowledge of kestones species. Pollen analysis allows knowledge of the history of visitation of bees and is a complementary tool in the study of interactions between bees and flowers. Considering that *E. uniflora* is native and abundant in Brazil in Araucaria Moist Forest this present study aimed, from pollen analysis, knowing the interactions between flowers and their floral visitor bees. All the pollen material from the body of bees and plants found nearby was subjected to acetolysis process. Were obtained 29 species of bee with pollen load and 20 pollen types. All the bees presented generalist habits and *E. uniflora* pollen and was only present in all species of bees. *Apis mellifera* was the most generalist specie. The networks obtained are nested, with low specialization and there is strong interaction of bees with *E. uniflora*, which reveals that your flowers are important funding pollen for bees who visit.

Keywords: Pollen, *Apis mellifera*, Nesting, Mutualism, Pollen analysis.

INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido como o país com maior diversidade biológica no mundo (UNION FOR ETHICAL BIO TRADE, 2011). Estima-se que o país detenha entre 10% e 17,6% das espécies do planeta (LEWINSOHN & PRADO, 2005), sendo a sua flora a de maior riqueza do globo, com mais de 56.000 espécies de plantas (GIULIETTE et al., 2005). O bioma Mata Atlântica é o que exibe maior riqueza no Brasil e também a mais elevada quantidade de espécies e gêneros endêmicos (FORZZA et al., 2010).

O bioma Mata Atlântica está incluído entre as ecorregiões prioritárias para a conservação da biodiversidade, estabelecidas pela WWF (OLSON & DINERSTEIN, 2002) e é um dos *hotspots* de biodiversidade reconhecidos no Brasil (CI, [s.d.]). A alta diversidade neste bioma não se expressa somente pela riqueza em espécies e pelo alto grau de endemismo, mas também por exibir espécies com padrões de raridade (FORZZA et al., 2010). A degradação deste bioma tem se intensificado principalmente pela agricultura, pecuária, extração de madeira e crescimento demográfico das cidades litorâneas (RIBEIRO et al., 2012).

Na porção sul/sudeste da distribuição da Mata Atlântica, encontramos elementos característicos de clima temperado que se distribuem especialmente na Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e nas formações campestres de altitude (SAFFORD, 2007). O Estado do Paraná abrigava 40% da cobertura da Floresta Ombrófila Mista (FOM). Em termos econômicos, o aproveitamento madeireiro movimentou a economia de parte do sul do Brasil nas décadas de 1960 e 1970, sendo as áreas de FOM desmatadas para fins agrícolas (BEHLING & PILLAR, 2007). A consequência foi a drástica redução em cerca de 90% de sua área original em pouco mais de 40 anos (RIBEIRO et al., 2009). No Paraná, atualmente a FOM distribui-se de forma fragmentada do primeiro ao terceiro planalto com aproximadamente 3% de seus remanescentes naturais (FUPEF, 2001). Muitos habitats naturais que eram quase contínuos foram transformados em paisagens semelhantes a um mosaico, composto por manchas isoladas de habitat original (MMA/SBF, 2003).

Os gêneros mais bem representados na flora brasileira correspondem em boa parte àqueles mais ricos do planeta, como *Piper*, *Solanum*, *Psychotria* e *Eugenia* (FRODIN, 2004). As espécies de *Eugenia* apresentam grãos de pólen como único recurso floral, assim como muitas outras espécies de Myrtaceae (LUGHADHA &

PROENÇA, 1996). Flores desta família são visitadas por uma ampla variedade de animais, incluindo abelhas, vespas, moscas, pássaros e até mesmo mamíferos, sendo as abelhas os principais polinizadores (PROENÇA & GIBBS, 1994; LUGHADHA & PROENÇA, 1996).

Eugenia uniflora encontra-se amplamente distribuída no território brasileiro, sendo abundante em extratos inferiores da Floresta Ombrófila Mista (PIROLE & CHAFE, 2003; DIAS, et al., 2004; KOZERA et al., 2006; DONATIO et al., 2002 apud ALMEIDA et al., 2012). Durante o período de antese, os grãos de pólen estão totalmente expostos, não havendo quaisquer restrições à sua coleta, característica comum das suas flores generalistas, sendo as abelhas os visitantes mais comuns (FAEGRI & PIJL, 1976; ENDRESS, 1994). A pitangueira é auto incompatível, necessariamente devendo receber pólen exógeno para a fecundação e a polinização é realizada somente através da mediação de insetos (PELACANI et al., 2000).

A relação planta-polinizador é uma das interações entre espécies que ajudam na manutenção das florestas (RIBEIRO et al., 2012). As abelhas e plantas com flores evoluíram juntas há muitos milhões de anos, de modo que existem muitas especializações nas várias espécies de abelhas para a coleta de alimento nas flores. As plantas se beneficiam das visitas das abelhas através da polinização (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010)

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório. Ela é importante para a produção de alimentos, pois flores bem polinizadas tem maior chance de produzir frutos de melhor qualidade, peso e sementes em maior número (RICKETTS et al., 2008) e principalmente para a manutenção da biodiversidade em áreas naturais, um serviço de valor inestimável. Desta forma as árvores tropicais dependem em 90% de animais polinizadores (BAWA, 1990). A produção de frutos está na base da cadeia alimentar, sendo de fundamental importância para o equilíbrio dos ecossistemas (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010)

A polinização geralmente envolve vetores abióticos (água ou vento) ou bióticos (animais), inclusive insetos não especializados e animais estritamente dependentes de flores para a sua sobrevivência, como abelhas, pássaros e morcegos (PROCTOR et al., 1996.; MACHADO & OLIVEIRA, 2000 apud MARTINS & BATALHA, 2006). A rica relação abelha-flor é observada em regiões tropicais e, portanto, as abelhas são consideradas os principais polinizadores de Angiospermas nestas regiões (STEINER et al., 2010). Cerca de 75% das culturas e 80% das espécies de plantas dotadas de flores dependem da polinização animal. Portanto, as

abelhas constituem-se nos principais polinizadores bióticos da natureza (RICKETTS et al., 2008).

Os dados sobre as espécies de plantas que as abelhas utilizam como fonte de alimento fornecem informações que servem como base para estudos sobre as interações entre as abelhas e suas plantas preferidas (ELTZ et al., 2001). A composição das cargas polínicas das abelhas é como a “impressão digital” de seus hábitos de forrageamento (WITTMANN & SCHLINDWEIN, 1995). A análise polínica permite ainda a detecção de interações envolvendo espécies raras e espécies com baixas taxas de visitação, o que exigiria longos períodos de observação no campo. A quantificação da diversidade e frequência dos grãos de pólen também pode ser obtida, além da identificação das plantas que estas abelhas utilizaram na coleta, que é de fundamental interesse, pois indica a importância das plantas visitadas como fonte de recursos (ELTZ et al., 2001; BOSCH et al., 2009; SILVA et al., 2010).

Redes de interação planta-polinizador são comumente estruturadas pela observação de animais em contato com a estrutura floral reprodutiva (DUPONT et al., 2003; FORUP et al., 2008; THÉBAULT & FONTAINE, 2008) independentemente se o animal, por exemplo, recolhe néctar ou pólen, ou preda outros visitantes florais. Estudos sobre redes de interação têm auxiliado a compreensão da dinâmica das relações mutualísticas, já que permitem uma representação de sua complexidade e uma avaliação de toda a estrutura da comunidade, bem como simulações de extinções, perda de interações (BASCOMPTE & JORDANO, 2007) e conhecimento das espécies-chave para a manutenção das comunidades (MELLO et al., 2011). A conservação das espécies que formam redes de interação é um pré-requisito para a conservação das próprias redes (TYLIANAKIS et al., 2010).

Interações mutualísticas entre animais e plantas formam redes complexas (MEMMOTT, 1999). Além de revelar a estrutura de uma comunidade (FORUP et al., 2008), informações de redes de interação também permitem medir a robustez de toda uma comunidade, proporcionando uma poderosa ferramenta para testar o impacto, por exemplo, sobre a estrutura da comunidade, da extinção de interações ecológicas (JANZEN, 1974). Comunidades de planta-polinizador são tipicamente compostas de um número elevado de espécies de plantas e um número ainda maior de polinizadores (BOSCH et al., 2009). Por esta razão, decifrar a estrutura das suas interações é importante para compreender processos coevolutivos em comunidades ricas em espécies (BASCOMPTE & JORDANO, 2007). Ao mesmo tempo, uma boa

avaliação da estrutura das interações planta-polinizador também é essencial para avaliar a estabilidade dos sistemas de polinização (BOSCH et al., 2009).

Tendo em vista que *E. uniflora* é uma planta nativa no Brasil, abundante na Floresta Ombrófila Mista, e que os trabalhos publicados sobre estudos ecológicos concentram-se em biologia floral, dispersão e distribuição (ALMEIDA et al., 2012), este estudo teve como objetivo, a partir de análises polínicas, conhecer as interações entre suas flores e as abelhas que as visitam, bem como a história de visitação destas abelhas. Sendo Guarapuava uma das regiões do Paraná com maior concentração de fragmentos de FOM, estas informações auxiliarão o embasamento em futuros planos de manejo e conservação destas áreas.

METODOLOGIA

Obtenção e Análise do Material Polínico

Para a obtenção do material polínico, foram realizadas coletas de abelhas visitantes florais em flores de pitangueira (*E. uniflora*) de 25 de Agosto a 14 de Setembro de 2012, em duas áreas no município de Guarapuava, PR (Ver Metodologia do Capítulo 1).

As abelhas foram separadas em morfo-espécies e colocadas em Tubos cônicos (do tipo Falcon) ou pequenos tubos de 1,5ml contendo Álcool (70%) (Figura 1). Logo após, os tubos eram agitados para retirada do pólen aderido em seus corpos. Após este procedimento, as abelhas foram fixadas e alguns exemplares foram identificados pelo Professor Dr. Gabriel A. R. Melo (UFPR - Curitiba). O restante dos indivíduos está depositado na coleção do Laboratório de Biologia e Ecologia de vespas e abelhas da UNICENTRO, em Guarapuava, PR.

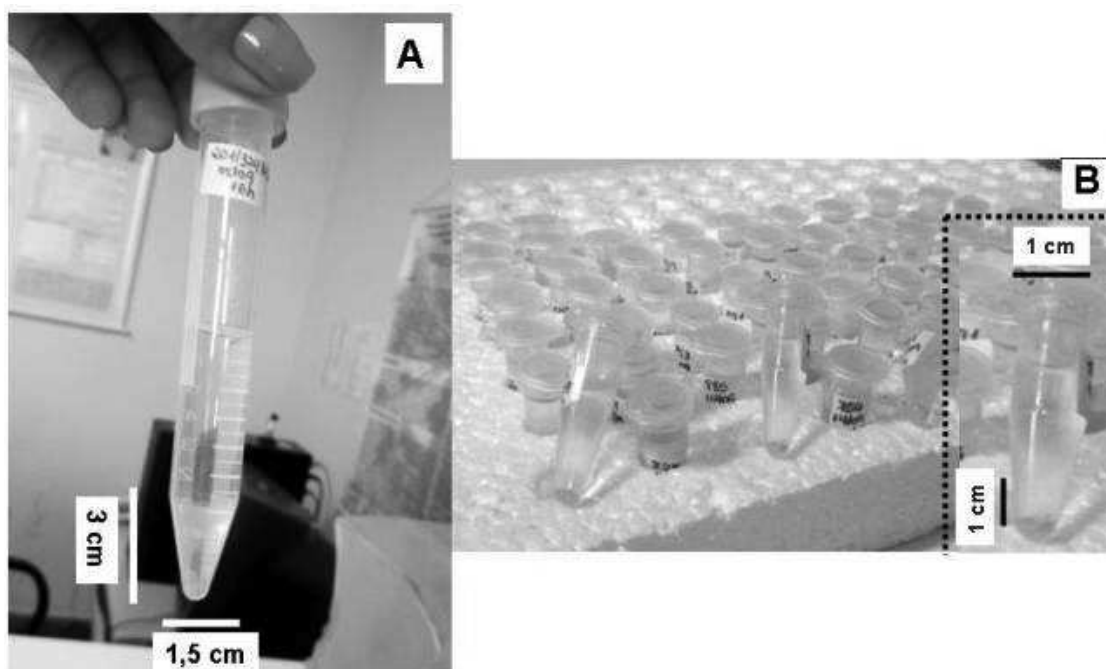
As abelhas da mesma espécie coletadas em um mesmo dia e horário foram agrupadas. A retirada simultânea da carga polínica de seus corpos, utilizando tubos do tipo Falcon, foi feita para a confecção de somente uma lâmina para representar a ocorrência daquela espécie naquele dia e horário. Abelhas de espécies diferentes ou quando coletado somente um indivíduo, foram colocadas separadamente em pequenos tubos para a retirada da sua carga polínica e confecção da sua lâmina de referência.

Plantas floridas ou com botões florais que encontravam-se no entorno das áreas de estudo (cerca de 1km), também foram coletadas (flores e botões) como possível material de referência na identificação dos tipos polínicos obtidos a partir do corpo das abelhas. O pólen das flores, ou dos botões, foram retirados e armazenados em Álcool (70%). Para cada planta foram confeccionadas duas lâminas de referência. O material botânico quando herborizado, na forma de exsicata, foi identificado pelo Professor Dr. Juliano Cordeiro (UFPR) e encontra-se depositado no herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Todo o material polínico, proveniente do corpo das abelhas e das plantas encontradas nas proximidades foi submetido ao processo de acetólise proposto por Erdtman (1960). Todas as lâminas elaboradas encontram-se depositadas no Laboratório de Biologia e Ecologia de Vespas e Abelhas da UNICENTRO.

Os grãos de pólen existentes nas amostras retiradas do corpo das abelhas foram analisados qualitativamente e quantitativamente, sendo realizada a contagem dos primeiros 400 grãos por lâmina. Com auxílio da microscopia de luz foram analisadas todas as lâminas para a identificação dos tipos polínicos encontrados. Posteriormente, foram determinadas as percentagens de ocorrência de cada espécie e família botânica, de acordo com a classificação de Barth (1970) e Louveaux et al. (1970, 1978).

Figura 1 - Tubos tipo Falcon (A) e tubos de 1,5 ml (B) usados para retirada e armazenamento do material polínico, obtido no corpo das abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora*, até o início do processo de acetólise.



Análise das Redes de Interação

As análises foram feitas após a identificação dos tipos polínicos encontrados nas abelhas. O tamanho da rede foi calculado por meio da fórmula $M = ap$ (onde M indica o número máximo de interações possíveis; a indica o número de abelhas e p o número de espécies de plantas).

A conectância (C), a qual calcula a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações possíveis, é dada pelo produto do número de plantas (p) e abelhas (a) da rede, portanto: $C = E/(a.p)$. Para a transformação em valores percentuais, o resultado foi multiplicado por 100 (JORDANO, 1987).

O índice de especialização na comunidade ($H2'$), foi calculado a partir da matriz ponderada (quantitativa) (BLÜTHGEN et al., 2006; BLÜTHGEN et al., 2008) sendo que seu resultado varia entre 0 (extrema generalização) e 1 (extrema especialização) (BLÜTHGEN et al., 2006).

Nas redes de interação qualitativas (matriz binária) foi determinado o grau médio (\bar{k}), sendo este, o número médio de conexões observadas para as espécies de plantas ou de abelhas (BLÜTHGEN et al. 2006, BLÜTHGEN et al., 2008).

A dependência das espécies foi determinada a partir da frequência das visitas florais, com análise polínica quantitativa (BASCOMPTE & JORDANO, 2007). Assim, para cada interação foram obtidos dois valores de dependência: da espécie de planta sobre a espécie de abelha e vice-versa.

A partir da matriz de adjacência, construída por meio de dados de presença e ausência das espécies vegetais e espécies de abelhas, foram feitos grafos eulerianos, utilizando o software R versão 3.0.1. (The R Foundation for Statistical Computing, 2013). Foram elaborados grafos, utilizando o mesmo software, também para a demonstração de redes compostas com dados de visitação de abelhas nas flores da pitangueira e dados polínicos obtidos a partir destas abelhas. A matriz construída com dados palinológicos foi elaborada com valores em percentagem obtidos pelo cálculo de dependência das espécies de abelha por *E. uniflora* (BASCOMPTE & JORDANO, 2007).

A avaliação do grau de aninhamento, com base na matriz de adjacência, foi feita utilizando a base métrica NODF (Nestedness Metric Based on Overlap and Decerasing Fill), pelas propriedades estatísticas mais consistentes. As análises foram executadas no programa ANINHADO 3.0 (GUIMARÃES & GUIMARÃES,

2006). Para representação gráfica do aninhamento da rede foi elaborada uma matriz a partir do software R versão 3.0.1.

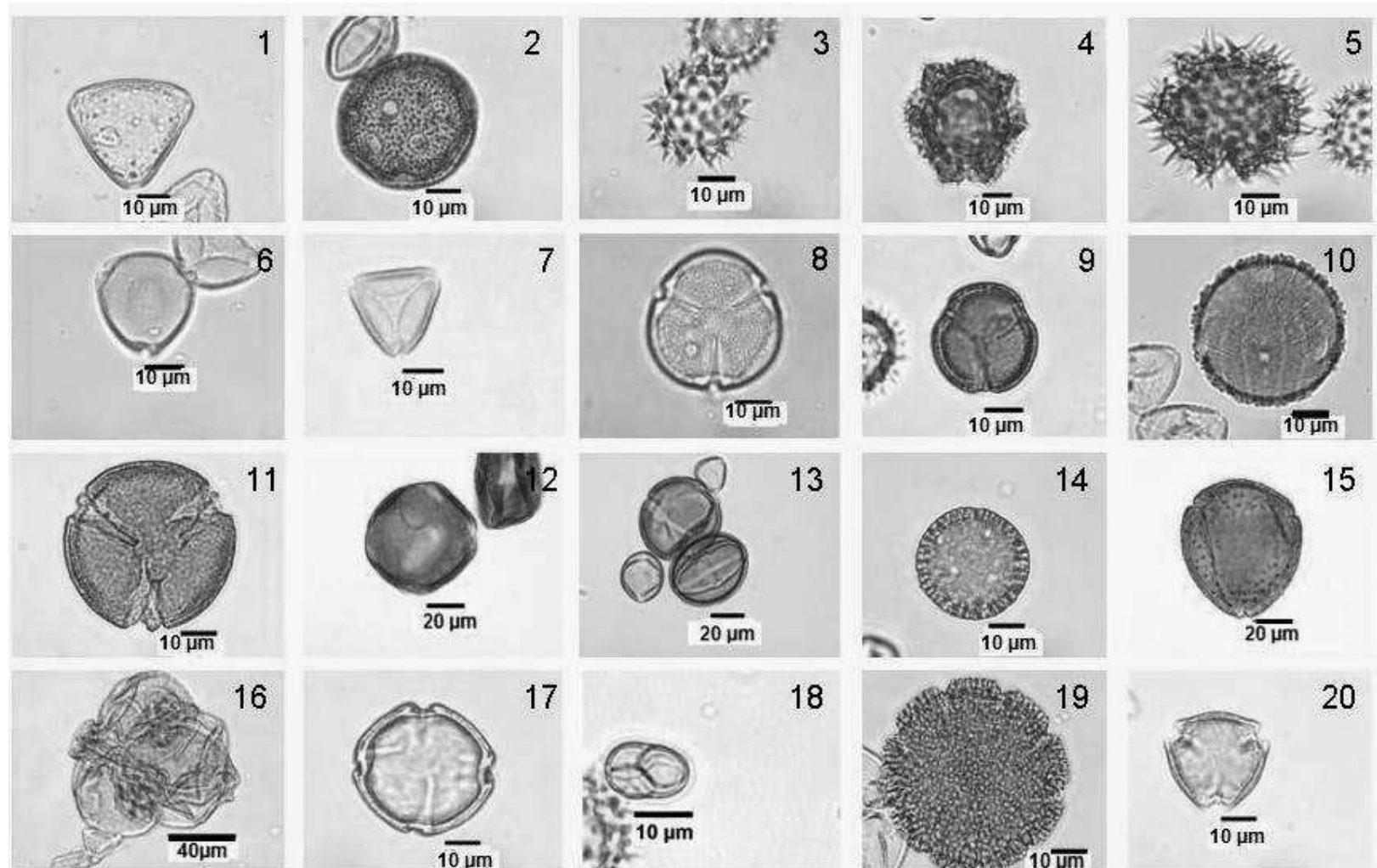
RESULTADOS

A floração de *E. uniflora* ocorreu no período compreendido entre o final do mês de Agosto até metade do mês de Setembro. Durante os 21 dias de coleta foram capturadas 826 abelhas, pertencentes à 39 espécies de quatro famílias: Andrenidae, Apidae, Colletidae e Halictidae. Deste total de abelhas coletadas, 744 apresentaram carga de pólen em seu corpo, e 82 não continham carga polínica (Tabela 1 – Apêndice A).

Dentre as 10 espécies de abelhas em que nenhum exemplar continha pólen aderido ao corpo, estão as quatro espécies representantes da família Colletidae, uma da família Apidae e cinco espécies da família Halictidae. Sendo assim, a análise polínica neste estudo foi realizada com base em 29 espécies de abelhas, pertencentes às famílias Apidae, Halictidae e Andrenidae.

Foram elaboradas 266 lâminas, totalizando 106.400 grãos de pólen contabilizados. Os tipos polínicos encontrados (Figura 2) pertencem a cerca de 20 espécies de plantas e nove famílias botânicas.

Figura 2 - Tipos polínicos observados durante análise polínica: **1-** *Allophylus edulis* (Sapindaceae); **2-** Amaranthaceae sp.; **3-** Asteraceae sp.1; **4-** Asteraceae sp.2; **5-** Asteraceae sp.3; **6-** *Celtis* sp. (Cannabaceae); **7-** *Eugenia uniflora* (Myrtaceae); **8-** Indeterminada 1; **9-** Indeterminada 2; **10-** Indeterminada 3; **11-** Indeterminada 4; **12-** Indeterminada 5; **13-** Indeterminada 6; **14-** Indeterminada 7; **15-** Indeterminada 8; **16-** *Ludwigia* sp. (Onograceae); **17-** *Melia azedarach* (Meliaceae); **18-** *Mimosa* sp. (Fabaceae); **19-** *Passiflora* sp. (Passifloraceae); **20-** *Schinus* sp. (Anacardiaceae).



Análise das Interações entre Abelhas Visitantes Florais de *E. uniflora* e os Tipos Polínicos

As 29 espécies de abelhas com carga polínica interagiram com 20 espécies de plantas (20 tipos polínicos). Das possíveis 580 interações totais (M), foram contabilizadas 172 interações entre as espécies de plantas (p) e as espécies de abelhas (a). Todas as espécies de abelhas continham em sua carga polínica grãos de pólen de *E. uniflora*.

Estrutura da Interação Abelha-Planta

Das 29 espécies de abelhas que compõem a rede, 24 delas tiveram interação com 10 ou menos tipos polínicos. As espécies *Augochloropsis cupreola*, *Caenohalictus tessellatus*, *Dialictus pabulator* e *Plebeia emerina* tiveram somente duas interações. Por outro lado *Apis mellifera* foi a espécie de abelha mais generalista, com 17 interações, seguida por *Scaptotrigona bipunctata*, com 16. Não houve nenhuma espécie de abelha que interagiu somente com uma ou todas as espécies de planta.

Dos 20 tipos polínicos encontrados apenas cinco interagiram com mais de 10 espécies de abelhas, sendo *E. uniflora* a única espécie de planta que interagiu com todas as abelhas, sendo a mais generalista. Em contrapartida, três tipos polínicos (*Melia azedarach* L., *Ludwigia* sp. L. e Indeterminada 8) registraram apenas uma interação.

O grau médio (\bar{k}) das interações entre as espécies de plantas foi de 5,9 e a rede de distribuição do grau foi heterogênea (Figura 3-A), seguindo a Lei de Potência Truncada, o mesmo ocorreu com as abelhas ($\bar{k} = 8,6$) (Figura 3-B).

O índice de NODF indicou um padrão de aninhamento (NODF= 77,39), qual pode ser observado na Figura 4 e a rede apresentou baixa especialização ($H_2' = 0,22$).

Figura 3 - Distribuição do grau nas espécies de plantas (A) e nas espécies de abelhas (B), nas redes de interação entre as abelhas e as flores de *Eugenia uniflora*.

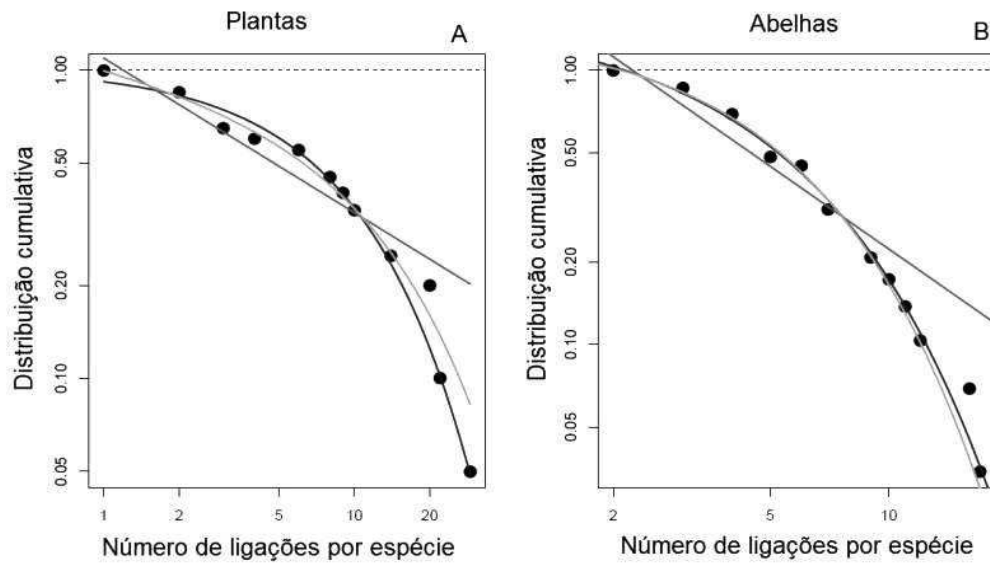
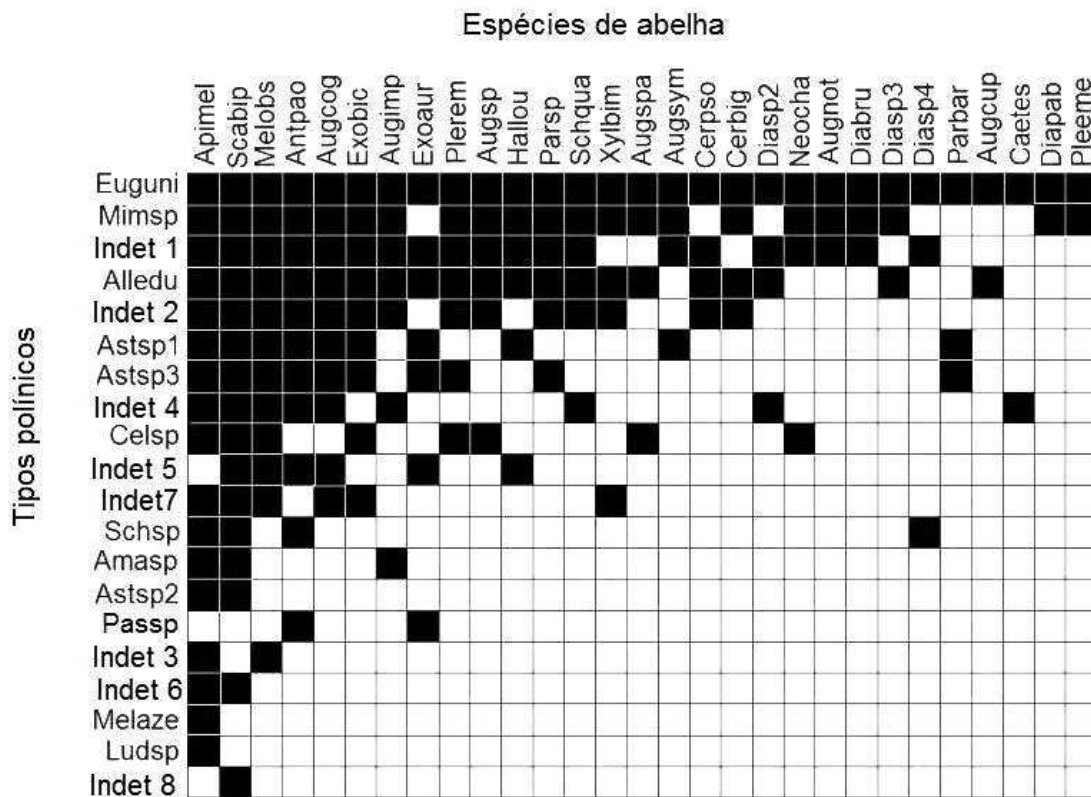


Figura 4 - Aninhamento da rede de interação entre as abelhas visitantes florais e as flores de *Eugenia uniflora*.



Abreviações: Ver tabela 4 – Apêndice D

Dependência entre as Espécies de Abelhas e Plantas

Apenas três espécies de plantas apresentaram percentagem máxima de dependência (100%) por alguma espécie de abelha, sendo duas delas dependentes de *A. mellifera* (*M. azedarach* e *Ludwigia* sp.) e Indeterminada 8 dependente da espécie *S. bipunctata*. Dentre as 20 espécies de plantas *E. uniflora* foi a única que apresentou ocorrência de pólen em todas as espécies de abelhas, e a sua maior dependência foi pela espécie *A. mellifera* (32,69%). Outros valores altos de dependência (60% - 88,89%) ocorreram em algumas plantas, embora não sejam pelas mesmas espécies de abelhas (Tabela 2 – Apêndice B).

Em relação à dependência das abelhas pelas plantas, todas apresentaram as maiores percentagens de dependência por *E. uniflora*, variando entre 56% (*Augochlora* sp.) a 99,3% (*Caenohalictus tessellatus*). Nenhuma delas apresentou dependência por somente uma espécie de planta (Tabela 3 – Apêndice C).

Comparação entre as Matrizes Ponderada e Binária

Pelas matrizes bipartidas (Figura 5) foi verificado que as abelhas tendem a ser generalistas, não havendo nenhuma espécie com total especialização. Contudo, ao analisarmos quantitativamente (matriz ponderada) os resultados são variáveis, pois as espécies com maior grau de interação são *A. mellifera* (17 interações), *S. bipunctata* (16 interações) e *M. obscurior* (12 interações) e seriam mais generalistas. *Augochloropsis cupreola*, *A. notophos*, *C. tessellatus*, *Dialictus bruneriellus*, *D. pabulator*, *Dialictus* sp3, *Dialictus* sp4, *Paroxystoglossa* cfr. *barbata* e *P. emerina* apresentaram de duas a três interações tendendo à especialização.

Observando as interações das plantas é possível perceber que *E. uniflora* é a única com grau máximo de interações, embora os dados da matriz quantitativa (Figura 5 - B) demonstrem que ela seja visitada mais fortemente por algumas espécies de abelha (*A. mellifera*, *S. bipunctata*, *M. obscurior* e *Plebeia remota*) e recebe menos visitas de outras (*A. cupreola*, *Augochloropsis sparsilis*, *Ceratalictus psoraspis*, *P.* cfr. *barbata* e *P. emerina*). Com outras espécies de plantas, como Asteraceae sp1 Bercht. & J. Presl e Indeterminada sp4, acontece o mesmo, pois recebem visitas de várias espécies de abelhas mas são utilizadas mais fortemente

por algumas. Por outro lado, com outras três espécies de plantas não ocorre essa variação quantitativa (*M. azedarach*, *Ludwigia* sp. e Indet. 8), sendo visitada por somente uma espécie de abelha.

Matrizes com Dados de Visitação e Dados Polínicos

Os grafos elaborados a partir de dados de coleta de abelhas visitantes florais em *E. uniflora* (Figura 6 - A) e dados de pólen obtido a partir do corpo destas abelhas (Figura 6 - B), revela a diferença na sua composição de espécies e na intensidade de suas interações (grau de interação) com as flores da pitangueira. A matriz representada na Figura 6 (A) é composta por 39 espécies de abelhas visitantes florais, já a matriz da Figura 6 (B) revela somente 29 espécies de abelhas.

As espécies de abelhas visitantes florais que possuem o maior grau de interação observado com as flores de *E. uniflora* são *Dialictus* sp3 e *Caenohalictus tessellatus*, apresentando 99,2% de suas interações com as flores da pitangueira. As espécies de abelhas que apresentaram as menores percentagens foram *Anthrenoides paolae* (56,8%) e *Augochloropsis* sp. (55,5%). Os valores em percentagem para a interação de cada espécie de abelha com *E. uniflora* podem ser observados na Tabela 6 – Apêndice C.

Figura 5 - Redes de interação das abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora*: Matriz binária (A) e Matriz ponderada (B).

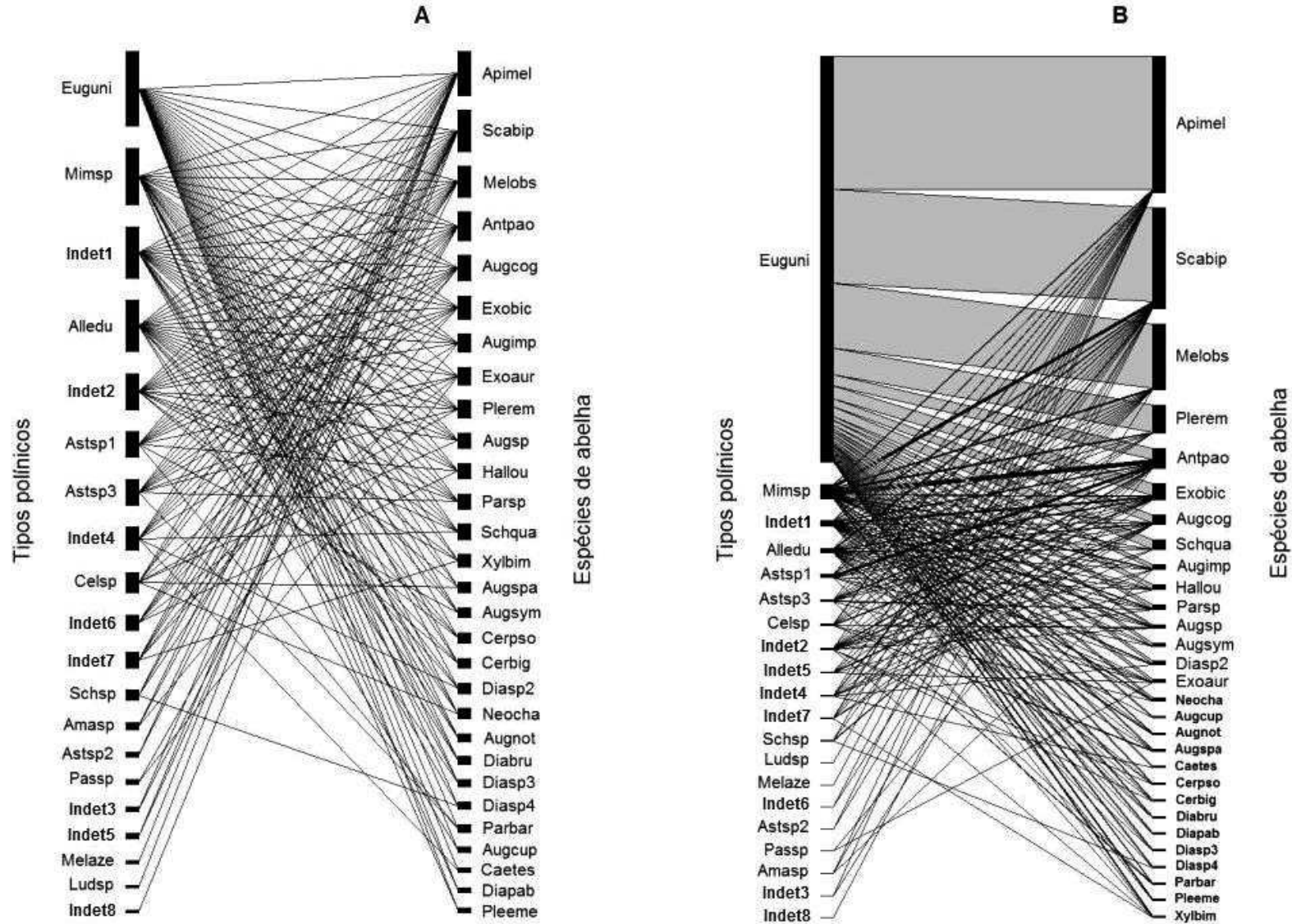
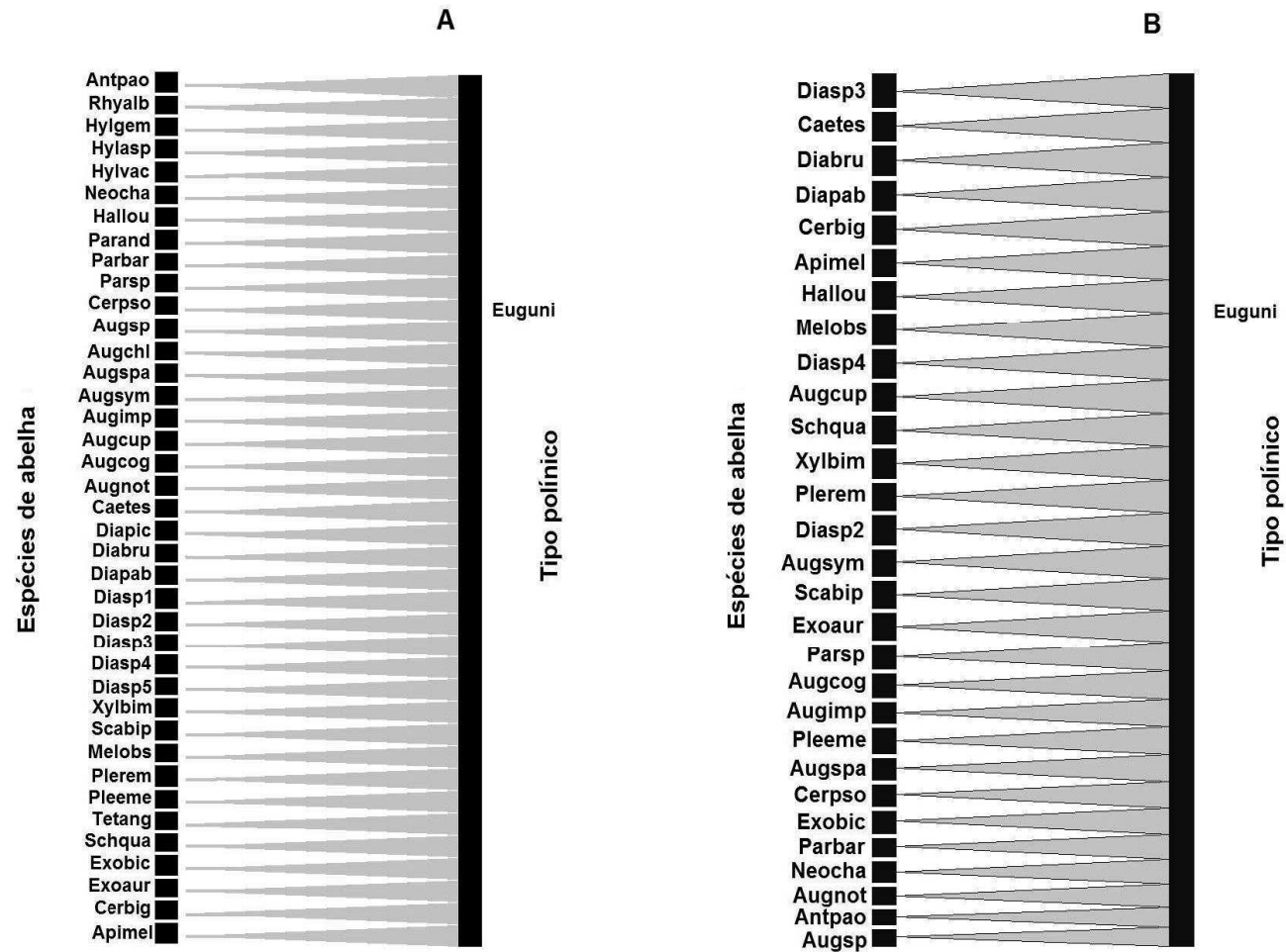


Figura 6 – Redes de interação entre abelhas visitantes florais e *Eugenia uniflora* elaboradas com: Dados de visitação das abelhas (A) e dados palinológicos (B).



Abreviações: Ver Tabela 4 – Apêndice D

DISCUSSÃO

As redes aqui elaboradas demonstram e reforçam o resultado de outros trabalhos com plantas e polinizadores, visto que foi observado maior número de espécies de abelhas (29 espécies) interagindo com um número menor de plantas (20 tipos polínicos). As redes planta-polinizador são tipicamente compostas de um número elevado de espécies de plantas e um número ainda maior de polinizadores (BOSCH et al., 2009). Embora o presente estudo seja realizado com visitantes florais, estes são possíveis polinizadores (SCHLINDWEIN, 2004).

Neste trabalho foi observado alto valor de aninhamento para a rede de abelhas visitantes florais, *E. uniflora* e os restantes tipos polínicos. Bosch et al. (2009) também verificaram que as redes planta-polinizador tendem a ter um núcleo de espécies altamente ligadas (aninhamento) ao qual muitas espécies especialistas estão conectadas. No aninhamento é observado que espécies generalistas interagem com generalistas e especialistas, e poucas interações ocorrem entre as especialistas (BASCOMPTE et al., 2003).

Um padrão aninhado pode sugerir que a especialização é rara (BASCOMPTE et al., 2003; VÁZQUEZ & AIZEN, 2004). Segundo Bascompte et al. (2006) este tipo de padrão pode promover a estabilidade da comunidade, pois as espécies especialistas são geralmente as primeiras a se extinguirem de uma rede (HENLE et al., 2004), mas se a rede estiver aninhada, o restante das espécies ainda terá outras com as quais interagir. Assim, uma estrutura aninhada fornece um amortecedor contra extinções secundárias ou flutuações temporais na abundância de espécies especialistas (TYLIANAKIS et al., 2010). Os dados deste estudo revelam certa estabilidade das redes aqui amostradas, caso alguma espécie especialista, tanto de plantas como de abelhas, seja extinta.

A distribuição do grau médio das espécies de plantas e abelhas aqui observadas seguiu o padrão da Lei de Potência Truncada, revelando a truncagem na distribuição do grau das espécies, que é comumente notado em redes mutualísticas (GUIMARÃES, 2010). Segundo este mesmo autor não está claro quais são os processos que levam as redes mutualísticas a terem esta distribuição, embora sugira que estas redes são organizadas por processos similares e não relacionados à particularidades de cada rede.

A. mellifera possui interações com 17 tipos polínicos, mas há a preferência por pólen de *E. uniflora*. O forrageamento direcionado à fontes específicas garantem às operárias de *A. mellifera* um menor gasto energético (ARAÚJO et al., 2007). O fato da grande disponibilidade de pólen oferecido por *E. uniflora*, por meio da sua floração em massa (SILVA & PINHEIRO, 2007), explica a preferência de *A. mellifera* pelas flores da pitangueira.

A presença da espécie exótica *A. mellifera* sempre causou muita discussão entre os cientistas sobre o efeito que causaria sobre as espécies nativas e o impacto que as criações intensas desta abelha podem ter nos ecossistemas americanos (ROUBIK, 1981; ROUBIK et al., 1986; KUNZMANN et al., 1995; MINUSSI & ALVES-DOS-SANTOS, 2007 apud ZANELLA, 1999). Considerando que *A. mellifera* é generalista, sua incorporação como uma espécie exótica em redes de interação com abelhas nativas é favorecida e, portanto, sua colonização e dispersão no novo ambiente também são favorecidos (OLESEN et al., 2002).

Estudos recentes mostram que comunidades compostas por espécies nativas e exóticas ocorrem porque, apesar de conviverem por menos tempo, adaptações evolutivas podem ter ocorrido em uma escala de tempo mais curto já que as espécies exóticas não têm uma história evolutiva de coadaptação com a flora local (SAX et al., 2007).

A competição por recursos entre *A. mellifera* e abelhas nativas já foi relatada em outros estudos (ROUBIK & WOLDA, 2001), nos quais foi mostrado que mesmo diante do comportamento agressivo e territorialista desta espécie, geralmente abelhas nativas criam meios para defender e garantir seus recursos nas flores. Estudos apontam também que a visitação de *A. mellifera* pode ser importante para a formação de frutos e sementes em ambientes antropizados, nos quais os polinizadores nativos entraram em declínio (ALMEIDA et al., 2011). Segundo PELACANI et al. (2000), *Apis mellifera* é uma das principais potenciais polinizadoras de *E. uniflora*.

Scaptotrigona bipunctata, segunda espécie mais generalista (16 interações), também interagiu fortemente com *E. uniflora*. Abelhas meliponíneas, como *S. bipunctata* (LONDOÑO, 2001), apresentam relação ecológica estreita, isto é, frequente no tempo e no espaço, com árvores de floração em massa (RAMALHO, 2004; RAMALHO & BATISTA, 2005), característica comum de *E. uniflora*, o que poderia explicar a forte relação entre estas duas espécies. Em um estudo realizado

por Ferreira et al. (2010) avaliando grãos de pólen coletados por abelhas do mesmo gênero (*Scaptotrigona depilis* (Moure)), no Mato Grosso do Sul (Centro-Oeste Brasileiro), também revelou o hábito generalista na coleta de pólen e uma preferência por tipos polínicos da família Myrtaceae.

O comportamento generalista associado à necessidade de grandes quantidades de recursos alimentares (ROUBIK, 1989; MICHENER, 2000) teria levado os meliponíneos a se apropriarem de recursos florais de fácil acesso nas floradas em massa (RAMALHO, 2004). Este comportamento explica tal interação entre *S. bipunctata* e *E. uniflora* no presente trabalho e também da espécie *Melipona obscurior*, visto que esta abelha também é meliponínea (CAMARGO & PEDRO, 1992). *Melipona obscurior* foi a terceira espécie de abelhas mais generalista e seguiu o padrão de *S. bipunctata* na preferência por pólen de *E. uniflora*.

Foram observadas, nas redes aqui apresentadas, nove espécies de abelhas interagindo com dois ou três tipos polínicos, mostrando certa especialização nos hábitos de coleta de pólen. Se estas abelhas fossem perdidas (extintas ou retiradas da rede) a estrutura da rede permaneceria inalterada, pois o núcleo de espécies generalistas de abelhas manteria as interações com as plantas (TYLIANAKIS et al., 2010). O mesmo ocorreria com os tipos polínicos que apresentaram-se especialistas, pois se estes fossem retirados, outros tipos polínicos sustentariam as espécies de abelhas que o utilizam.

Quanto aos tipos polínicos *E. uniflora* foi o mais generalista, interagindo com todas as espécies de abelha. A característica de floração em massa de *E. uniflora* é considerada uma estratégia de atração aos polinizadores (O'BRIEN & CALDER, 1993), visto que esta espécie é autoincompatível e depende dos insetos para sua polinização (PELACANI et al., 2000). A característica da floração em massa associada com suas flores apresentando aspectos morfológicos de flores generalistas (pólen totalmente expostos, sem restrição de coleta aos visitantes florais) (ENDRESS, 1994), proporciona à *E. uniflora* uma maior atratividade e facilidade de obtenção de pólen pelas abelhas em suas flores. Embora a coleta tenha sido realizada somente em flores de *E. uniflora*, e não em todas as espécies de plantas floridas nos dois fragmentos de FOM, em Guarapuava, PR, os atrativos florais da pitangueira podem explicar a interação de todas as espécies de abelhas obtidas visitando e capturando pólen de suas flores.

Além de *E. uniflora*, quatro tipos polínicos tiveram interação com mais de 10 espécies de abelhas, sendo eles Indeterminada 1, Indeterminada 2, *Allophylus edulis* (A. St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. e *Mimosa* sp. L. A espécie botânica *Allophylus edulis*, em estudos realizado em fragmentos de FOM na região Sul do Brasil, em Santa Catarina (KLAUBERG et al., 2010) e Rio Grande do Sul (SONEGO et al. 2007), revelam alta densidade e representatividade desta espécie nesta formação vegetal. Em um levantamento de espécies que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa e FOM (SCHWIRKOWSKI, [s.d.]), *Mimosa* é um gênero representado por 19 espécies.

A alta densidade das espécies botânicas anteriormente citadas, observadas em áreas de estudo similares ao aqui presente, pode inferir na elevada interação com várias espécies de abelhas, pois oferecem, a partir da quantidade de plantas, alta oferta de recurso. Embora estas plantas no presente estudo tenham sido observadas como generalistas é necessário considerar que a coleta das abelhas visitantes florais foi realizada somente em *E. uniflora*. Sendo assim, estas espécies botânicas, bem como todas as aqui obtidas, podem apresentar um grau de especialização ou generalização diferente caso a coleta de abelhas seja realizada em suas próprias flores ou em uma específica planta que não a pitangueira.

Todos os representantes da família Sapindaceae, incluindo a espécie aqui observada (*A. edulis*), possuem nectários florais (DRGANIC & FERRUCCI, 2000). Trata-se de um tecido especializado, responsável pela produção de uma solução açucarada (néctar) que está envolvida nas interações das plantas com os animais e em estratégias de polinização (OLIVEIRA, 1997; PACCINI et al., 2003; SOUZA & LORENZI, 2005). As flores de *A. edulis* são melíferas (visitadas por abelhas) e agrupadas (CARVALHO, 1983; LORENZI, 1992). Segundo Proctor et al. (1996) o fato das flores encontrarem-se agrupadas pode aumentar a atração de polinizadores e elas podem funcionar como plataformas de pouso para os visitantes. O fato das flores de *A. edulis* possuírem nectários e flores agrupadas certamente explica a interação de muitas espécies de abelhas com suas flores.

Em um trabalho realizado por Silva et al. (2011) com a reprodução de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, em São Paulo, mesmo gênero (*Mimosa*) encontrado no presente estudo, revelou que as flores desta espécie exalam um leve odor frutado (de pêssigo maduro), produzido a partir de osmóforos localizados nas bordas das pétalas. O pólen já está exposto no momento da antese e o estigma

encontra-se receptivo. As flores de *M. bimucronata* permanecem funcionais (há a fecundação) apenas no primeiro dia, contudo algumas permanecem abertas por mais seis a oito dias e esta retenção é interpretada como uma adaptação para o aumento da atratividade floral (visual) a longas distâncias, aumentando a frequência de visitas dos polinizadores (GORI, 1989; WEISS, 1991). A mesma atratividade (odorífera e visual) pode estar presente na espécie *Mimosa* sp. aqui observada, o que justificaria a elevada quantidade de interações com diferentes espécies de abelhas visitantes florais.

Em contraste aos tipos polínicos com interações de várias espécies de abelhas, três tipos apresentaram-se especialistas, com somente uma interação: *Melia azedarach* L., *Ludwigia* sp L. e Indeterminada 8. *Melia azedarach* é uma espécie exótica no Brasil, é originária da Índia e China e amplamente cultivada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (LORENZI et al., 2003). As flores de *M. azedarach* são pequenas e cheirosas (BRAGA, 1976). Embora apenas os extratos das sementes de *M. azedarach* sejam considerados repelentes de insetos (PRADHAN et al., 1962; AL SHAROOK et al., 1991; CABRAL et al., 1996), pode ser que esta planta produza alguma substância em suas flores que afaste as abelhas, o que esclareceria as poucas interações desta planta. Não há estudos focados em visitantes florais desta espécie botânica ou algum elemento repelente ou tóxico produzido por suas flores.

Em um estudo realizado no estado do Paraná (SEKINE, 2013), observando a flora melífera utilizada pela abelha *A. mellifera*, o tipo polínico de *M. azedarach* foi encontrado com frequência. No presente trabalho esta espécie de abelha foi a única que interagiu com *M. azedarach*. A presença de *A. mellifera*, que também é exótica no Brasil, pode ser considerada um fator primordial para manutenção de *M. azedarach*, pois neste estudo apenas esta espécie de abelha aparece como sua possível polinizadora.

Ludwigia sp., que também apresentou interação com somente uma espécie de abelha (*A. mellifera*), possui florada de Outubro à Junho (BERTUZZI et al., 2011). Provavelmente algumas flores de *Ludwigia* sp. adiantaram sua floração, o que explica suas poucas interações neste estudo. Em um trabalho realizado no norte do estado do Paraná (RUIM et al., 2011) foi observada uma estreita relação de abelhas do gênero *Megachile* (gênero não observado no presente trabalho) com flores de outra espécie deste gênero (*L. sericea* (Camb.) Hara) e também outras

espécies de abelhas que no presente estudo não foram obtidas ou não apresentaram carga polínica, o que pode esclarecer as poucas interações aqui obtidas.

Os grãos de pólen permanecem no corpo dos polinizadores por muito tempo (COURTNEY et al., 1981), proporcionando um registro da história de visitação, ao invés de um dado de uma única interação. Conforme usamos análises de grãos de pólen, a partir do corpo das abelhas visitantes florais, podemos inferir que as redes aqui apresentadas demonstram o mais próximo possível quais são as interações que ocorrem na natureza entre as abelhas visitantes florais de *E. uniflora* e os tipos polínicos.

A matriz elaborada com dados de grãos de pólen de *E. uniflora*, a partir das suas abelhas visitantes florais, e a rede elaborada a partir de dados sem os grãos de pólen (apenas visitação) revelam diferenças. A rede com dados apenas de visitação apresenta um número maior de espécies e a matriz com dados palinológicos um número inferior de espécies de abelha. Este número mais baixo é devido a algumas espécies não possuírem carga polínica, o que apenas a visita destas abelhas, sem análise de pólen, não revelaria. Outros estudos utilizando análise de pólen a partir do corpo de polinizadores também encontrou espécies que não continham pólen (KANSTRUP & OLESEN, 2000; FORUP et al., 2008). Assim, a análise do pólen não deve ser considerada como uma ferramenta que substitui dados visuais, mas sim como um método de complemento ao estudo (BOSCH et al., 2009).

A rede com dados palinológicos também revela o grau de interação (força de interação) entre as espécies de abelhas e *E. uniflora*. Estas relações não podem ser demonstradas em uma rede com dados apenas visuais ou de visitação, bem como é de difícil visualização nas redes elaboradas com dados palinológicos contendo todos os tipos polínicos em cada espécie de abelha. Redes de visitação de polinizadores podem ser insuficientemente amostradas (BOSCH et al., 2009). Na década de 1990, vários estudos (COHEN et al., 1993; GOLDWASSER & ROUGHGARDEN, 1997; MARTINEZ et al., 1999) mostraram que vários aspectos ecológicos típicos de teias alimentares eram artefatos de incompleta amostragem. Sendo assim, o recurso palinológico aqui utilizado para analisar a relação das abelhas com as flores de *E. uniflora* torna este estudo o mais completo possível em

amostragem e revela qual é a real relação das abelhas como visitantes florais desta planta, o que apenas os dados de coleta (sem análise polínica) não demonstram.

As abelhas que apresentaram, entre outros tipos polínicos coletados, maior percentagem de pólen de *E. uniflora*, são as espécies *Dialictus* sp3 e *C. tessellatus*. Estas espécies pertencem à família Halictidae (SILVEIRA et al., 2002), família esta que abriga espécies consideradas polinizadoras de *Myrcia rostrata* e *M. tomentosa* (Aubl.) DC. (OLIVEIRA & GIBBS, 2000; TORENZAN-SILINGARDI & OLIVEIRA, 2004), outras espécies botânicas de Myrtaceae. Isto revela que não há uma relação estreita destas espécies de abelha somente com o gênero *Myrcia*, há também forte relação das abelhas da família Halictidae com o gênero *Eugenia*.

Entre as espécies de abelha que apresentaram menos interações com o tipo polínico de *E. uniflora*, foi observada *Anthrenoides paolae*, que pertence à família Andrenidae (SILVEIRA et al., 2002) e não há registro de nenhuma espécie desta família polinizando ou visitando flores de *E. uniflora* ou outra espécie de *Eugenia*.

Entre as abelhas que não continham pólen, coletadas visitando as flores de *Eugenia uniflora*, estão todas as quatro espécies representantes da família Colletidae. Schlindwein (2000) destaca que Colletidae é uma família representada por abelhas oligoléticas, ou seja, restringem a coleta de pólen a poucas espécies florais, geralmente do mesmo gênero ou mesmo de uma única espécie (MICHENER, 1979). Plantas relacionadas às espécies oligoléticas são quase exclusivamente ervas ou pequenos arbustos, os quais, além de pólen, fornecem néctar às abelhas (SCHLINDWEIN, 2004). Embora abelhas desta família tenham sido coletadas em flores de *E. uniflora*, estas flores oferecem apenas pólen como recurso floral (ROMAGNOLO & SOUZA, 2006) e a ausência de néctar pode ser um diferencial para a escolha de abelhas desta família por recursos em flores de outras espécies.

Não há registros de abelhas dos gêneros *Hylaeus* e *Rhynchocolletes* (gêneros da família Colletidae observados no presente trabalho) visitando flores de *Eugenia*. Desta forma, os indivíduos das espécies aqui observadas, que são de subfamílias com hábitos de forrageamento pouco estudados (SCHLINDWEIN, 2000), certamente estão coletando pólen de outras flores durante o momento de floração de *E. uniflora*, isto explica a ausência de carga polínica nas abelhas obtidas visitando flores da pitangueira.

A maioria das espécies de abelha deste estudo (24 espécies) teve interação com 10 ou menos tipos polínicos, e embora algumas tenham apresentado interação com somente dois tipos polínicos, sendo então estas espécies de abelha mais especialistas, estes tipos polínicos pertencem à famílias botânicas diferentes, o que não as caracteriza como abelhas oligoléticas (SCHLINDWEIN, 2000). Considera-se que é raro para insetos polinizadores se especializarem em uma única ou poucas espécies de plantas (VAZQUEZ & AIZEN, 2004). As espécies com o menor número de interações são *Augochloropsis cupreola*, *Caenohalictus tessellatus*, *Dialictus pabulator* e *Plebeia emerina*. Estas abelhas pertencem às famílias Halictidae e Apidae, quais possuem a maioria de suas espécies generalistas quanto ao uso de recursos florais (MICHENER, 2000).

Por outro lado, pode-se observar que estas espécies possuem um espectro de visitação muito menor quando comparadas às abelhas mais generalistas deste estudo, como *Apis mellifera* e *Scaptotrigona bipunctata*. As relações da maioria das espécies de abelhas solitárias com plantas são ainda desconhecidas e as informações disponíveis muitas vezes restringem-se a visitas florais registradas em levantamentos de apifauna (SCHLINDWEIN, 2004).

CONCLUSÕES

As redes de interação revelaram a importância das flores da pitangueira como recurso polínico para as 29 espécies de abelhas observadas, quais foram consideradas espécies generalistas na obtenção de pólen nas áreas estudadas.

Além de *E. uniflora*, espécie botânica mais generalista, foram encontrados mais 19 espécies botânicas durante a análise polínica.

Não foi observada nenhuma espécie de abelha oligolética, contudo, algumas apresentaram-se mais generalistas, sendo elas *Apis mellifera*, *Scaptotrigona bipunctata* e *Melipona obscurior*. Houve grande dependência destas abelhas pelo tipo polínico de *E. uniflora*.

A interação (presença de pólen) da pitangueira com todas as abelhas, que possuíam carga polínica, demonstra que suas flores são uma importante fonte de recurso (pólen).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Eugenia uniflora foi intensamente explorada por todas as espécies de abelha. Houve variação na intensidade de interação das espécies de abelha com a pitangueira, entretanto foi verificada a maior interação de todas com suas flores.

Não foi observada alguma espécie de abelha de hábito oligolético, nem com apenas uma interação.

Apis mellifera foi a espécie mais abundante, a única comum neste estudo e apresentou forte interação com *E. uniflora*. Este resultado pode ser esclarecido por esta espécie ser social, possuindo colônias numerosas e um eficiente sistema de comunicação.

As espécies meliponíneas *Scaptotrigona bipunctata* e *Melipona obscurior* também apresentaram-se abundantes e intensas coletoras de pólen disponibilizado pelas flores da pitangueira.

Afinal, este trabalho reforça a importância da conservação da espécie nativa *E. uniflora* nos fragmentos de FOM, visto que suas flores oferecem recurso para um grande número de espécies de abelha e estas são consideradas elementos fundamentais para a manutenção dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. L. S.; ALBUQUERQUE, U. P. & CASTRO, C. C. Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v75, pp. 330-337, 2011.
- ALMEIDA, D. J. FARIA, M. V.; SILVA, P. R. Biologia experimental em Pitangueira: uma revisão de cinco décadas de publicações científicas. **Ambiência**. Guarapuava (PR) v8, n1 pp. 159 – 175. 2012.
- AL-SHAROOK, Z.; BALAN, K., JIANG, Y.; REMBOLD, H. Insect growth inhibitors from two tropical meliaceae. Effect of crude seed extracts on mosquito larvae. **Journal Applied Entomology**, 111 pp. 425-430. 1991.
- ARAÚJO, J. M.; CORREIRA-OLIVEIRA, M. E.; ARAÚJO, E. D. & RIBEIRO, G. T. **Estudo do forrageamento de fontes polínicas por *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) numa região litorânea do baixo São Francisco**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/708.pdf> > Acesso em: 08 Nov. 2013.
- AZEVEDO, S. L.; LEITE, D. T.; SOUSA M. A.; BARRETO, C. F.; SOUSA, D. F. M. A.; SILVEIRA, D. C. & MOREIRA I. S. Sobrevivência de *Apis mellifera* L. alimentadas com extratos de flores de *Turnera subulata* Sm. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v9, n3. 2013.
- BARTH, O. M. Microscopic analysis of some samples of honey. Dominant pollen. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 42 pp. 351-366. (in Portuguese). 1970.
- BARTH, O. M. Microscopic analysis of some samples of honey. Accessories pollen. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 42 pp. 571-590. (in Portuguese). 1970.
- BARTH, O. M. Microscopic analysis of some samples of honey. Isolated pollen. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 42 pp. 747-772. (in Portuguese). 1970.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; MELIAN, C. J. & OLESEN, J. M. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, 100 pp. 9383–9387. 2003.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. & OLESEN, J. M. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. **Science**, 312 pp. 431–433. 2006.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 38 pp. 567-593. 2007.

- BAWA, K. Plant-pollinator interactions in tropical rain-forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 21 pp.399-422. 1990.
- BEHLING, H. & PILLAR, V. P. Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, **Botany**, 362 pp. 243–251. 2007.
- BERTUZZI, T.; GRIGOLETTO, D.; CANTO-DOROW, T. S. & EISINGER, S. M. O gênero *Ludwigia* L (Onograceae) no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, UFSM, 33 (1) pp. 43-73. 2011.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA JUNIOR, J.F.; LEDERMAN, I. E. **Pitanga** (*Eugenia uniflora* L.). Jaboticabal: FUNEP, 30p. Série Frutas Nativas, 1. 2000.
- BLÜTHGEN, N.; FRÜND, J.; VÁZQUEZ, D.; MENZEL, F. What do interaction Network metrics tell us about specialization and biological traits? **Ecology**, 89 pp. 3387–3399. 2008.
- BLÜTHGEN, N.; MENZEL, F.; BLUTHGEN, N. Measuring specialization in species interaction networks. **BioMedCentral Ecology**, 6 pp. 1-12. 2006.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3ed. Mossoró: ESAM. v11., pp.191-192. 1976.
- BOSCH, J.; GONZÁLEZ, A. M. M.; RODRIGO, A. & NAVARRO, D. Plant pollinator networks: adding the pollinator's perspective. **Ecology Letters**, v12, n5, pp. 409–419, 2009.
- CABRAL, M. M. O.; GARCIA, E. S.; REMBOLD, H. S. S. G. & KELECOM, A. Antimoulting activity in Brazilian *Melia azedarach*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 91 pp 117-118. 1996.
- CAMARGO, J. M. F. & PEDRO, S. R. M. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. **Apidologie**, 23 pp. 509-522. 1992.
- CARVALHO, J. O. P. Abundância, frequência e grau de agregação de Pau-rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa**, 53. 1983.
- COHEN, J. E.; BEAVER, R. A.; COUSINS, S. H.; De AANGELIS, D. L.; GOLDWASSER, L.; HEONG, K. L. et al. Improving food webs. **Ecology**, 74 pp. 252–258. 1993.
- CONSERVATION INTERNATIONAL (CI). **Cerrado**. Disponível em: <http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/south_america/Cerrado/Pages/default.aspx> Acesso em: 03 Set. 2013.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS; INSITITUTO DE PESQUISAS

ECOLÓGICAS; SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO; SEMAD/INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – MG. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos**. MMA/SBF, Brasília. 2000.

COURTNEY, S.P.; HILL, C. J. & WERTERMAN, A. Pollen carried for long periods by butterflies. **Oikos**, 38 pp. 260–263. 1981.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA J. A. Fitossociologia do Sub-Bosque de uma Floresta Ombrófila Mista aluvial, no município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v2, n1, pp. 9-26, 2004.

DRGANC, M. S.; FERRUCCI, M. S. **Estudios Morfo anatómicos en nectários de dos espécies de Sapindaceae**. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas – Universidade Nordeste del Corrientes – Argentina. 2000.

DUPONT, Y. L.; HANSEN, D. M. & OLESEN, J. M. Structure of a plant-flower-visitor network in the high-altitude sub-alpine desert of Tenerife, Canary Islands. **Ecography**, 26 pp. 301–10. 2003.

ELTZ, T.; BRÜHL, C. A.; KAARS, S. VAN DER; CHEY, V. K. & LINSENMAIR, K. E. Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. **Insectes Sociaux**, v48, n3, pp. 273– 279, 2001.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press. 1994.

ERDTMAN, G. The acetolized method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, 54 pp. 561-564. 1960.

FAEGRI, K. & PIJL, L. V. **The principles of pollination ecology**. 2 ed. Oxford, Pergamon Press. 291p. 1976.

FERREIRA, M. G.; MANENTE-BALESTIERI, F. C. D. & BALESTIERI, J. B. P. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure)(Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v4, n2, pp. 258-262. 2010.

FORUP, M. L.; HENSON, K. S. E.; CRAZE, P. G. & MEMMOTT, J. The restoration of ecological interactions: plant–pollinator networks on ancient and restored heathlands. **Journal Applied Ecology**, 45 pp.742–752. 2008.

FORZZA, R. C. et al. (org.) **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, volume 1 - Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FRODIN, V. G. History and Concepts of Big Plant Genera. **Táxon**, 53 pp. 753-776. 2004.

FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. **Conservação do Bioma Floresta com Araucária: relatório final – Diagnóstico dos remanescentes florestais**. Curitiba. 2001.

GIULIETTI, A. N.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; BERG, C. VAN DER. **Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil Megadiversidade**. Vol 1. Nº 1. 2005.

GOLDWASSER, L. & ROUGHGARDEN, J. Sampling effects and the estimation of food-web properties. **Ecology**, 78 pp. 41–54. 1997.

GORI, D. F. Floral color change in *Lupinus argenteus* (Fabaceae): why should plants advertise the location of unrewarding flowers to pollinators? **Evolution**, v43, n4, pp. 870-881, 1989.

GUIMARÃES, P. R. A estrutura e a dinâmica evolutiva de redes mutualísticas. **Ciencia e Ambiente**, 39 pp. 137-148. 2010. Disponível em: <<http://www.guimaraes.bio.br/revisao.pdf>> Acesso em: 10 Mar. 2014.

GUIMARÃES, P. R. & GUIMARÃES, P. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. **Environmental Modelling and Software**, 21 pp. 1512-1513. 2006.

HENLE, K.; DAVIES, K. F.; KLEYER, M.; MARGULES, C. & SETTELE, J. Predictors of species sensitivity to fragmentation. **Biodiversity and Conservation** 13, 207–251. 2004.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica** 10(4): 2010.

JANZEN, D. H. The deflowering of Central America. **Natural History**, 83, 48–53. 1974.

JOLY, A. B. **Introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Ed. Nacional. 1998.

JONES, G. D. & JONES, S. D. The uses of pollen and its implication for entomology. **Neotropical Entomology**, 30 pp. 341-350. 2001.

JORDANO, P. Patterns of Mutualistic Interactions in Pollination and Seed Dispersal: Connectance, Dependence Asymmetries, and Coevolution **The American Naturalist**, 129, n5. pp. 657-677. 1987.

KANSTRUP, J. & OLESEN, J. M. Plant-flower visitor interactions in a neotropical rain forest canopy: community structure and generalization level. **Det Norske Videnskaps-Akademi**, Ny Serie, 39, pp.33–41. 2000.

KLAUBERG, C.; PALUDO, G. F.; BORTOLUZZI, R. L. C. & MANTOVANI, A. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, 23 (1) pp. 35-47. 2010.

- KOZERA, C.; DITTRICH V. A. O.; SILVA, S. M. Fitossociologia da componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrofila mista Montana. **Floresta**, Curitiba, v36, n2, pp. 225-238, 2006.
- KUNZMANN, M. R.; BUCHMANN, S. L.; EDWARDS, J. F.; THOENES, S. C.; ERICKSON, E. H. Africanized Bees in North America. **Our living Resources Report**, U.S. Government Printing Office, pp. 448-451, 1995.
- LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. How Many Species Are There in Brazil? **Conservation Biology**, pp. 619– 624. 2005.
- LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. **Methods of melissopalynology**. Bee World, v51, pp. 25 - 138, 1970.
- LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. **Methods of melissopalynology**. Bee World, v59, pp. 139 - 157, 1978.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 12 Nov. 2013.
- LONDOÑO, J. M. R. **Criação de meliponíneos no Brasil**. 2001. Disponível em: <http://www.webbee.org.br/meliponicultura/criacao_meliponineos.pdf> Acesso em: 31 Out. 2013.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 352p.1992.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 368p. 1998.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: Madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa. São Paulo. Instituto Plantarum. 384p. 2003.
- LUGHADHA, E. N. & PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 83 pp. 480-503. 1996.
- MANCINI, B.; **Tribuna Farmacêutica**, 34, 117. 1966.
- MARSHALL, A. G. Bats, flowers and fruit: evolutionary relationships in the Old World. **Biological Journal of the Linnean Society**, 20 pp.115-135. 1983.
- MARTINÉZ, N.D.; HAWKINS, B. A.; DAWAH, H. A. & FEIFAREK, B. P. Effects of sampling effort on characterization of foodweb structure. **Ecology**, 80, pp. 1044– 1055. 1999.
- MARTINI, A. M. Z.; FIASCHI, P.; AMORIM, A. M. A.; PAIXÃO, J. L. A Hotpoint within a Hotspot: a High Diversity Site in Brazil's Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, 16 pp. 3111-3128. 2007.

MARTINS, F. Q. & BATALHA, M. A. Sistemas de polinização e caracteres florais em espécies lenhosas de cerrado na região do Alto Taquari (GO, MS e MT). **Brazilian Journal of Biology**, 66, pp. 543-552. 2006.

MELLO, M. A. R.; MARQUITTI, F. M. D.; GUIMARÃES, P. R.; KALKO, E. K. V.; JORDANO, P.; AGUIAR, M. A. M. The modularity of seed dispersal: differences in structure and robustness between bat- and bird-fruit networks. **Oecologia**, 167 pp. 131-140. 2011.

MEMMOTT, J. The structure of a plant-pollinator food web. **Ecology Letters**, 2 pp. 276-280. 1999.

MICHENER, C. D. Biogeography of the bees. **Annual Missouri Botanical Garden**. 66 (3) pp. 277-347. 1979.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore, Johns Hopkins University, 913 p. 2000.

MMA/SBF. **Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.) Brasília: 510 p. 2003.

O'BRIEN, S.P. & CALDER, D.M. Reproductive biology and floral phenologies of the sympatric species *Leptospermum myrsinoides* and *L. continentale* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botanic**, 41 pp. 527-539. 1993.

OLESEN, J. M.; ESKILDSEN, L. I. & VENKATASAMY, S. Invasion of pollination networks on oceanic islands: importance of invader complexes and endemic super generalists. **Diversity and Distributions**, v8, n3, pp. 181-192. 2002.

OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P.E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora** 195:311-329. 2000.

OLIVEIRA, P. S. The ecological function of the extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Functional Ecology**, v11, pp. 323-330. 1997.

OLSON, D. M. & DINERSTEIN, E. The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. **Missouri Botanical Garden**, 89. 2002.

PACCINI, E.; NEPI, M.; VESPRINI, J. L. Nectar biodiversity: a short review. **Plants Systematics and Evolution**, v238, n1-4, pp.7 – 21. 2003.

PELACANI, M. G. N.; JESUS, A. R. G. DE; SPINA, S. M.; FIGUEIREDO, R. A. Biologia floral da pitangueira (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae). **Revista Argumento**, Jundiaí-SP, ano II, n4, pp. 17-20. 2000.

PIROLI, E. L.; CHAFFE, P. P. **Análise florística e determinação de volume das principais espécies ocorrentes em uma Floresta Ombrófila Mista**. In: Anais do Encontro de energia no meio rural. 3ed. Campinas: 2003.

PRADHAN, H. S.; YOTWANI, M. G. & RAÍ, B. K. The neem seed deterrent locust. **Indian Foring** pp. 7-11. 1962.

PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers, 479p. 1996.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The Natural History of Pollination**. London, Harper Collins. 479 p. 1996.

PROENÇA, C. & GIBBS, P. E. Reproductive biology of eight sympatric Mirtaceae from Central Brazil. **New Phytologist**, 126 pp. 343-354. 1994.

RAMALHO, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. **Acta Botânica Brasileira**, 18 pp. 37-47. 2004.

RAMALHO, M. & BATISTA, M. A. **Polinização na Mata Atlântica: perspectiva ecológica da fragmentação**. In FRANKE, C. R.; ROCHA, P. L. B.; KLEIN, W & GOMES, S. L. Mata Atlântica e Biodiversidade. EDUFBA, Salvador, 476p. pp.93-142. 2005.

REFLORA. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em: < <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>> Acesso em: 20 Nov. 2013.

RIBEIRO, C.; VARASSIN, I. G.; SOUZA, J. M. T. **Catálogo de pólen da Mata Atlântica Espécies que ocorrem nas áreas de restauração da SPVS**. 69p. 2012. Disponível em: < <http://www.lev.ufpr.br/artigos/PolenMA.pdf>> Acesso em: 14 Set. 2013.

RIBEIRO, M. C.; ETZGERA, J. P. M.; MARTENSENA, A. C.; PONZONIB F. J. & HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining Forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142, 1141 – 11, 53. 2009.

RICKETTS, T.H; REGETZ, J.; STEFFANDEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILLHERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B.F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v11, pp. 499-515, 2008.

ROMAGNOLO, M. B.; SOUSA, M. C. O. Gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do Alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v20. 2006.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, Cambridge, 514p. 1989.

ROUBIK, D. W. Comparative foraging behaviour of *Apis mellifera* and *Trigona corvina* (Hymenoptera: Apidae) on *Baltimora recta* (Compositae). **Revista de Biologia Tropical**, San José, Costa Rica, v29, pp. 177-183, 1981.

ROUBIK, D. W.; MORENO, J. E.; VERGARA, C.; WITTMANN, D. Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on Neotropical social bees. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, Inglaterra, v2, pp. 97-111. 1986.

ROUBIK, D. W. & WOLDA, H. Do competing honey bees matter? Dynamics and abundance of native bees before and after honey bee invasion. **Population Ecology**, v43, pp. 53-62, 2001.

RUIM, J. B.; FERRONATO, M. C. F. & SOFIA, S. H. **Abelhas visitantes das flores de *Ludwigia sericea* (Camb.) Hara (Onograceae) na Região norte do Paraná.** 2011. X Congresso de Ecologia do Brasil., São Lourenço – MG. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/xceb/resumos/1813.pdf> > Acesso em: 06 Nov. 2013.

SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, 34 pp. 1701-1722. 2007.

SAX, D. F.; STACHOWICZ, J. J.; BROWN, J. H.; BRUNO, J. F.; DAWSON, M. N.; GAINES, S. D.; GROSBURG, R. K.; HASTINGS, A.; HOLT, R. D.; MAYFIELD, M. M.; O'CONNOR, M. I. & RICE, W. R. Ecological and evolutionary insights from species invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v22, n9, pp. 465-471. 2007.

SCHLINDWEIN, C. **Abelhas Solitárias e Flores: Especialistas são Polinizadores Efetivos?** In: 55° Congresso Nacional de Botânica 26° Encontro Regional de Botânicos de MG, BA e ES. Simpósios, Palestras e Mesas Redondas. Viçosa, MG. Livro de Trabalhos Completos. 2004.

SCHLINDWEIN, C. **A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente.** Anais do Encontro sobre Abelhas 4: 131-141. 2000.

SCHLINDWEIN, C.; WITTMANN, D.; MARTINS, C. F.; HAMM, A.; SIQUEIRA, J. A.; SCHIFFLER, D. & MACHADO, I. C. Pollination of *Campanula rapunculus* L. (Campanulaceae): How much pollen flows into pollination and into reproduction of oligolectic pollinators? **Plant Systematics and Evolution**, 250 pp.147-156. 2005.

SCHWIRKOWSKI, P. **Lista de Espécies Vegetais da Mata Atlântica, Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária) e Floresta Ombrófila Densa.** São Bento do Sul – Santa Catarina. Disponível em: < <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&ved=0CEYQFjAE&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F18101135%2F215309178%2Fname%2FLista%2520de%2520Esp%2520C3%2520A9cies%2520Vegetais%2520da%2520Mata%2520Atl%2520C3%2520A2ntica%2520Ordem%2520alfab%2520C3%2520A9tica%2520por%2520nome%2520cient%2520C3%2520Adfico.pdf&ei=hqOGUqqSDIXJ4APnoIGQDw&usq=AFQjCNHAOKLVsokdWSFv9q1J0tqU8GFsAA> > Acesso em: 09 Nov. 2013.

SEKINE, E. S.; TOLEDO, V. A. A.; CAXAMBU1, M. G.; CHMURA1, S.; TAKASHIBA, E. H.; SEREIA, M. J.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. Melliferous flora and pollen characterization of honey samples of *Apis mellifera* L., 1758 in apiaries in the

counties of Ubiratã and Nova Aurora, PR. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**. v85. Rio de Janeiro. 2013.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Abelhas *Apis mellifera*: instalação do apiário** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. 2ed. Brasília: SENAR, 2010.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) **Acta Botanica Brasiliensis**, Brasília, São Paulo, v.21, n.1, p. 235-247, 2007.

SILVA, C. I.; BALLESTEROS, P. L. O.; PALMERO, M. A. et al. **Catálogo polínico: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro**. Uberlândia, EDUFU, 154p, 2010.

SILVA, L. A.; GUIMARÃES, E.; ROSSI, M. N. & MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Biologia da reprodução de *Mimosa bimucronata* – Uma espécie ruderal. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, p. 1011-1021. 2011.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, Fundação Araucária, 253p, 2002.

SONEGO, R. C.; BACKES, A. & SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botânica Brasileira**, 21(4) pp. 943-955. 2007.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora Brasileira**. Baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 640p. 2005.

STEINER, J.; ZILLIKENS, A.; KAMKE, R.; FEJA, E. P. & FALKENBERG
Bees and melittophilous plants of secondary atlantic Forest habitats at santa Catarina island, southern Brazil. **Oecologia Australis**, 14(1) pp. 16-39, 2010.

THÉBAULT, E. & FONTAINE, C. Does asymmetric specialization differ between mutualistic and trophic networks? **Oikos** 117, pp. 555–63. 2008.

The R Project for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>> Acesso em: 16 Set. 2013.

TORENZAN-SILINGARDI, H. M. & OLIVEIRA, P. E. A. M. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in Central Brazil. **Phyton** (Horn), 44 pp.23-43. 2004.

Tropicos. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Home.aspx>> Acesso em: 11 Nov 2013.

TYLIANAKIS, J. M.; LALIBERTÉ, E.; NIELSEN, A.; BASCOMPTE, J. Conservation of species interaction networks. **Biological Conservation** ,143 pp. 2270–2279. 2010.

UNION FOR ETHICAL BIOTRADE BIODIVERSITY BAROMETER. 2011. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/meetings/ind/ahteg-sp-ind-01/information/ahteg-sp-ind-01-inf-05-en.pdf>> Acesso em: 31 Ago. 2013.

VÁZQUEZ, D. P.; AIZEN, M. A. Asymmetric specialization: A pervasive feature of plant-pollinator interactions. **Ecology**, 85 pp. 1251–1257. 2004.

WEISS, M. R. Floral color change as cues for pollinators. **Nature**, v354, n6350, pp. 227-229. 1991.

WITTMANN, D. & SCHLINDWEIN, C. Melittophilus Plants, their pollen and flower visiting bees in Southern Brazil. **Biociências**, 3 pp. 19-34. 1995.

APÊNDICE

Apêndice A - Tabela 1 - Relação das espécies de abelhas e quantidade de indivíduos visitantes florais de *Eugenia uniflora* que apresentaram ou não carga polínica.

| Família | Gênero/Espécie de Abelha | Carga polínica: Ausência (-) ou presença (X) | Quantidade de indivíduos COM PÓLEN / SEM PÓLEN |
|-------------------|--|--|---|
| Andrenidae | <i>Anthrenoides paolae</i> Urban, 2005 | X | 9/6 |
| Colletidae | <i>Rhynchocolletes albicinctus</i> Moure, 1943 | - | 0/1 |
| | <i>Hylaeus</i> aff. <i>geminus</i> (Vachal, 1910) | - | 0/1 |
| | <i>Hylaeus</i> cfr. <i>asper</i> (Vachal, 1909) | - | 0/1 |
| | <i>Hylaeus</i> aff. <i>vachali</i> Meade-Waldo, 1923 | - | 0/3 |
| Halictidae | <i>Neocorynura</i> cfr. <i>chapadicola</i> (Cockerell, 1901) | X | 2/0 |
| | <i>Halictillus loureiroi</i> (Moure, 1941) | X | 3/0 |
| | <i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909) | - | 0/2 |
| | <i>Paroxystoglossa</i> cfr. <i>barbata</i> Moure, 1960 | X | 1/0 |
| | <i>Paroxystoglossa</i> sp. Moure, 1941 | X | 3/1 |
| | <i>Ceratalictus psoraspsis</i> (Vachal, 1911) | X | 1/0 |
| | <i>Augochlora</i> sp. Smith, 1853 | X | 2/3 |
| | <i>Augochloropsis chloera</i> (Moure, 1940) | - | 0/1 |
| | <i>Augochloropsis sparsilis</i> (Vachal, 1903) | X | 1/0 |
| | <i>Augochloropsis sympleres</i> (Vachal, 1903) | X | 2/1 |
| | <i>Augochloropsis imperialis</i> (Vachal, 1903) | X | 3/2 |
| | <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900) | X | 1/1 |
| | <i>Augochloropsis</i> cfr. <i>cognata</i> Moure, 1944 | X | 5/1 |
| | <i>Augochloropsis notophos</i> (Vachal, 1903) | X | 1/2 |
| | <i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940) | X | 1/0 |
| | <i>Dialictus picadensis</i> (Strand, 1910) | - | 0/2 |
| | <i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918) | X | 1/1 |
| | <i>Dialictus pabulator</i> (Schrottky, 1910) | X | 1/0 |
| | <i>Dialictus</i> sp.1 Robertson, 1902 | - | 0/1 |
| | <i>Dialictus</i> sp.2 Robertson, 1902 | X | 2/0 |
| | <i>Dialictus</i> sp.3 Robertson, 1902 | X | 1/0 |
| | <i>Dialictus</i> sp.4 Robertson, 1902 | X | 1/0 |
| | <i>Dialictus</i> sp.5 Robertson, 1902 | - | 0/1 |

Continuação...

| Família | Gênero/Espécie de Abelha | Carga polínica: Ausência (-) ou Presença (X) | Quantidade de Indivíduos COM PÓLEN / SEM PÓLEN |
|--------------|---|--|---|
| Apidae | <i>Xylocopa (Dasyxylocopa) bimaculata</i> Friese, 1903 | X | 1/0 |
| | <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836) | X | 284/9 |
| | <i>Melipona (Eomelipona) obscurior</i> Moure, 1971 | X | 58/16 |
| | <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903) | X | 15/6 |
| | <i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900) | X | 1/1 |
| | <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) | - | 0/1 |
| | <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836) | X | 7/0 |
| | <i>Exomalopsis (Diomalopsis) bicellularis</i> Michener & Moure, 1957 | X | 10/3 |
| | <i>Exomalopsis (Phanomalopsis) aureosericea</i> Friese, 1899 | X | 2/0 |
| | <i>Ceratina</i> cfr. (<i>Ceratinula</i>) <i>biguttulata</i> (Moure, 1941) | X | 1/2 |
| | <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 | X | 324/13 |
| Total | | 10 espécies sem carga polínica | 744/82 |

Apêndice B – Tabela 2 - Percentagem de dependência dos tipos polínicos em relação à espécies de abelhas visitantes florais de *Eugenia uniflora*

| Espécies de Abelha | Tipos Polínicos (Família Botânica) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Amaranthaceae sp. (Amaranthaceae) | Schinus sp. (Anacardiaceae) | Asteraceae sp1 (Asteraceae) | Asteraceae sp2 (Asteraceae) | Asteraceae sp3 (Asteraceae) | Celtis sp. (Cannabaceae) | Mimosa sp. (Fabaceae) | Melia azedarach (Meliaceae) | Eugenia uniflora (Myrtaceae) | Ludwigia sp. (Onograceae) | Allophylus edulis (Sapindaceae) | Passiflora sp. (Passifloraceae) | Indet1 | Indet 2 | Indet 3 | Indet 4 | Indet 5 | Indet 6 | Indet 7 | Indet 8 |
| <i>Anthrenoides paolae</i> | 0 | 18,182 | 80,337 | 0 | 44,732 | 0 | 28,670 | 0 | 2,790 | 0 | 1,868 | 83,333 | 5,745 | 27,830 | 0 | 1,230 | 12,766 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Apis mellifera</i> | 20 | 40,909 | 3,792 | 11,111 | 11,830 | 29,592 | 7,383 | 100 | 32,690 | 100 | 17,404 | 0 | 8,768 | 4,245 | 75,000 | 0,410 | 0 | 33,333 | 12,346 | 0 |
| <i>Augochlora</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,571 | 5,832 | 0 | 0,454 | 0 | 1,082 | 0 | 2,041 | 5,660 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Augochloropsis</i> cfr. <i>cognata</i> | 0 | 0 | 4,635 | 0 | 2,033 | 0 | 0,488 | 0 | 1,992 | 0 | 12,291 | 0 | 2,494 | 0,236 | 0 | 5,738 | 77,305 | 0 | 1,235 | 0 |
| <i>Augochloropsis cupreola</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,392 | 0 | 1,672 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Augochloropsis imperialis</i> | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,453 | 0 | 0,977 | 0 | 6,096 | 0 | 0,302 | 4,953 | 0 | 0,820 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Augochloropsis notophos</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,086 | 0 | 0,276 | 0 | 0 | 0 | 9,599 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Augochloropsis sparsilis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,449 | 0,546 | 0 | 0,318 | 0 | 5,703 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Augochloropsis sympleres</i> | 0 | 0 | 0,140 | 0 | 0 | 0 | 0,172 | 0 | 0,772 | 0 | 0 | 0 | 2,948 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Caenohalictus tesselatus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,406 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,230 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceratalictus psoraspis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,312 | 0 | 5,211 | 0 | 0,454 | 8,491 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ceratina</i> cfr. <i>biguttulata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,086 | 0 | 0,403 | 0 | 0,197 | 0 | 0 | 0,236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dialictus bruneriellus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,029 | 0 | 0,405 | 0 | 0 | 0 | 0,227 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dialictus pabulator</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,115 | 0 | 0,405 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dialictus</i> sp2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,773 | 0 | 0,983 | 0 | 2,192 | 0 | 0 | 2,459 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dialictus</i> sp3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,057 | 0 | 0,406 | 0 | 0,098 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dialictus</i> sp4 | 0 | 18,182 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,393 | 0 | 0 | 0 | 0,907 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Continuação...

| Espécies de Abelha | Tipos Polínicos (Família Botânica) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Total (%) | |
|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|
| | <i>Amaranthaceae</i> sp. (Amaranthaceae) | <i>Schinus</i> sp. (Anacardiaceae) | <i>Asteraceae</i> sp1 (Asteraceae) | <i>Asteraceae</i> sp2 (Asteraceae) | <i>Asteraceae</i> sp3 (Asteraceae) | <i>Celtis</i> sp. (Cannabaceae) | <i>Mimosa</i> sp. (Fabaceae) | <i>Melia azedarach</i> (Meliaceae) | <i>Eugenia uniflora</i> (Myrtaceae) | <i>Ludwigia</i> sp. (Onograceae) | <i>Allophylus edulis</i> (Sapindaceae) | <i>Passiflora</i> sp. (Passifloraceae) | Indet1 | Indet 2 | Indet 3 | Indet 4 | Indet 5 | Indet 6 | Indet 7 | | Indet 8 |
| <i>Exomalopsis aureosericea</i> | 0 | 0 | 0,500 | 0 | 5,125 | 0 | 0 | 0 | 90,750 | 0 | 1,750 | 0,125 | 1,250 | 0 | 0 | 0 | 0,500 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Exomalopsis bicellularis</i> | 0 | 0 | 0,100 | 0 | 0,125 | 2,850 | 2,450 | 0 | 75,975 | 0 | 4,425 | 0 | 11,550 | 2,200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,325 | 0 | 100 |
| <i>Halictillus loureiroi</i> | 0 | 0 | 0,083 | 0 | 0 | 0 | 0,167 | 0 | 97,250 | 0 | 1,000 | 0 | 0,583 | 0 | 0 | 0 | 0,917 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Melipona obscurior</i> | 0 | 0 | 0,069 | 0 | 0,025 | 0,069 | 1,931 | 0 | 97,156 | 0 | 0,325 | 0 | 0,294 | 0,056 | 0,006 | 0,019 | 0,006 | 0 | 0,044 | 0 | 100 |
| <i>Neocorynura chapadicola</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,000 | 25,500 | 0 | 70,875 | 0 | 0 | 0 | 2,625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Paroxystoglossa</i> cfr. <i>barbata</i> | 0 | 0 | 5,750 | 0 | 21,750 | 0 | 0 | 0 | 72,500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Paroxystoglossa</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,750 | 0 | 2,250 | 0 | 87,667 | 0 | 0,167 | 0 | 3,417 | 1,750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Plebeia emerina</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,500 | 0 | 79,500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Plebeia remota</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,015 | 0,176 | 3,324 | 0 | 94,838 | 0 | 0,191 | 0 | 1,441 | 0,015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Scaptotrigona bipunctata</i> | 0,012 | 0,020 | 0,148 | 0,033 | 0,119 | 0,398 | 3,139 | 0 | 93,189 | 0 | 0,852 | 0 | 0,668 | 0,275 | 0 | 0,865 | 0,049 | 0,025 | 0,201 | 0,008 | 100 |
| <i>Schwarziana quadripunctata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,958 | 0 | 95,500 | 0 | 0,125 | 0 | 0,083 | 0,292 | 0 | 0,042 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Xylocopa bimaculata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,000 | 0 | 95,500 | 0 | 0,250 | 0 | 0 | 3,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,250 | 0 | 100 |

Apêndice D – Tabela 4 – Tipos polínicos (espécies botânicas) e espécies de abelhas, pertencentes às redes de interação de visitantes florais de *Eugenia uniflora*, com suas respectivas abreviações.

| Família | Tipo polínico | Abreviação | Família de Abelha | Espécie de Abelha | Abreviação |
|----------------|--------------------------|---------------|-------------------|---|---------------|
| Amaranthaceae | <i>Amaranthaceae</i> sp1 | Amasp1 | Andrenidae | <i>Anthrenoides paolae</i> Urban, 2005 | Antpao |
| Anacardiaceae | <i>Schinus</i> sp. | Schsp | | | |
| Asteraceae | <i>Asteraceae</i> sp1 | Astsp1 | Colletidae | <i>Rhynchocolletes albicinctus</i> Moure, 1943 | Rhyalb |
| Asteraceae | <i>Asteraceae</i> sp2 | Astsp2 | | <i>Hylaeus</i> aff. <i>geminus</i> (Vachal, 1910) | Hylgem |
| Asteraceae | <i>Asteraceae</i> sp3 | Astsp3 | | <i>Hylaeus</i> cfr. <i>asper</i> (Vachal, 1909) | Hylasp |
| Cannabaceae | <i>Celtis</i> sp. | Celsp | | <i>Hylaeus</i> aff. <i>vachali</i> Meade-Waldo, 1923 | Hylvac |
| Fabaceae | <i>Mimosa</i> sp. | Mimsp | Halictidae | <i>Neocorynura</i> cfr. <i>chapadicola</i> (Cockerell, 1901) | Neocha |
| Meliaceae | <i>Melia azedarach</i> | Melaze | | <i>Halictillus loureiroi</i> (Moure, 1941) | Hallou |
| Myrtaceae | <i>Eugenia uniflora</i> | Euguni | | <i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909) | Parand |
| Onograceae | <i>Ludwigia</i> sp. | Ludsp | | <i>Paroxystoglossa</i> cfr. <i>barbata</i> Moure, 1960 | Parbar |
| Passifloraceae | <i>Passiflora</i> sp. | Passp | | <i>Paroxystoglossa</i> sp. Moure, 1941 | Parsp |
| Sapindaceae | <i>Allophylus edulis</i> | Alledu | | <i>Ceratalictus psoraspsis</i> (Vachal, 1911) | Cerpso |
| | Indeterminada 1 | Indet1 | | <i>Augochlora</i> sp. Smith, 1853 | Augsp |
| | Indeterminada 2 | Indet2 | | <i>Augochloropsis chloera</i> (Moure, 1940) | Augchl |
| | Indeterminada 3 | Indet3 | | <i>Augochloropsis sparsilis</i> (Vachal, 1903) | Augspa |
| | Indeterminada 4 | Indet4 | | <i>Augochloropsis sympleres</i> (Vachal, 1903) | Augsym |
| | Indeterminada 5 | Indet5 | | <i>Augochloropsis imperialis</i> (Vachal, 1903) | Augimp |
| | Indeterminada 6 | Indet6 | | <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900) | Augcup |
| | Indeterminada 7 | Indet7 | | <i>Augochloropsis</i> cfr. <i>cognata</i> Moure, 1944 | Augcog |
| | Indeterminada 8 | Indet8 | | <i>Augochloropsis notophos</i> (Vachal, 1903) | Augnot |
| | | | | <i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940) | Caetes |
| | | | | <i>Dialictus picadensis</i> (Strand, 1910) | Diapic |
| | | | | <i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918) | Diabru |
| | | | | <i>Dialictus pabulator</i> (Schrottky, 1910) | Diapab |
| | | | | <i>Dialictus</i> sp.1 Robertson, 1902 | Diasp1 |
| | | | | <i>Dialictus</i> sp.2 Robertson, 1902 | Diasp2 |
| | | | | <i>Dialictus</i> sp.3 Robertson, 1902 | Diasp3 |
| | | | | <i>Dialictus</i> sp.4 Robertson, 1902 | Diasp4 |
| | | | | <i>Dialictus</i> sp.5 Robertson, 1902 | Diasp5 |
| | | | Apidae | <i>Xylocopa (Dasyxylocopa) bimaculata</i> Friese, 1903 | Xylbim |
| | | | | <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836) | Scabip |
| | | | | <i>Melipona (Eomelipona) obscurior</i> Moure, 1971 | Melobs |
| | | | | <i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903) | Plerem |
| | | | | <i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900) | Pleeme |
| | | | | <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) | Tetang |
| | | | | <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836) | Schqua |
| | | | | <i>Exomalopsis (Diomalopsis) bicellularis</i> Michener & Moure, 1957 | Exobic |
| | | | | <i>Exomalopsis (Phanomalopsis) aureosericea</i> Friese, 1899 | Exoaur |
| | | | | <i>Ceratina</i> cfr. (<i>Ceratinula</i>) <i>biguttulata</i> (Moure, 1941) | Cerbig |
| | | | | <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 | Apimel |

