

**ABELHAS COLETORAS DE ÓLEOS FLORAIS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO-RJ:
COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES, NIDIFICAÇÃO EM NINHOS-
ARMADILHA E UTILIZAÇÃO DE FONTES POLÍNICAS**

GISELLE BRAGA MENEZES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

FEVEREIRO - 2011

**ABELHAS COLETORAS DE ÓLEOS FLORAIS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO-RJ:
COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES, NIDIFICAÇÃO EM NINHOS-
ARMADILHA E UTILIZAÇÃO DE FONTES POLÍNICAS**

GISELLE BRAGA MENEZES

“Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.”

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. MARIA CRISTINA GAGLIANONE

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

FEVEREIRO – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do Centro de Biociências e Biotecnologia
da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

413 / 2011

Menezes, Giselle Braga

Abelhas coletoras de óleos florais na Reserva Biológica União – RJ: composição e diversidade de espécies, nidificação em ninhos-armadilha e utilização de fontes polínicas / Giselle Braga Menezes. – Campos dos Goytacazes, 2011. ix, 100, [1] f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Biociências e Biotecnologia. Laboratório de Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecologia de organismos

Orientador: Gaglianone, Maria Cristina

Bibliografia: f. 7-12; 41-47; 92-98

1. Abelhas coletoras de óleos florais 2. *Byrsonima sericea* D. C. (Malpighiaceae)
3. Ninhos-armadilha 4. Análise polínica 5. Floresta Atlântica I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro II. Título

595.799
M543a

**ABELHAS COLETORAS DE ÓLEOS FLORAIS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO-RJ:
COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES, NIDIFICAÇÃO EM NINHOS-
ARMADILHA E UTILIZAÇÃO DE FONTES POLÍNICAS**

GISELLE BRAGA MENEZES

“Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.”

Aprovada em 07 de fevereiro de 2011.

Comissão examinadora:



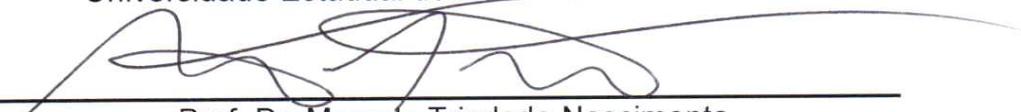
Prof.^a Dr.^a Candida Maria Lima Aguiar

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS



Prof.^a Dr.^a Ana Maria Matoso Viana-Bailez

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

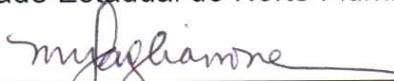


Prof. Dr. Marcelo Trindade Nascimento

Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF

Prof.^a Dr.^a Ângela Pierre Vitória (Revisora)

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF



Prof.^a Dr.^a Maria Cristina Gaglianone (Orientadora)

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dr.^a Maria Cristina Gaglianone pela orientação enriquecedora, contribuindo com a minha formação acadêmica ao compartilhar seus conhecimentos e pelo apoio e incentivo constantes durante a realização deste estudo.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pela concessão da licença de coleta na Reserva Biológica União-RJ.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão da bolsa de mestrado e pelo auxílio financeiro obtido com o projeto Pensa-Rio 09/07.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PROCAD 158/07) pela concessão de auxílio financeiro para a aprendizagem da acetólise no Laboratório de Morfologia Vegetal, Microscopia e Imagens (LAMOVI) na Universidade Federal de Uberlândia-MG (UFU).

À Alice Maria Fernandes Vilhena e Laice Souza Rabelo pelo auxílio nas atividades laboratoriais durante acetólise realizada no LAMOVI/UFU.

Às Dr^{as} Vânia Gonçalves Esteves (Museu Nacional do Rio de Janeiro/Laboratório de Palinologia) e Esther Margarida Bastos (Fundação Ezequiel Dias de Belo Horizonte) pela identificação dos grãos de pólen.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) pelo apoio logístico.

À Dr^a Maura Da Cunha (UENF/Laboratório de Biologia Celular e Tecidual) por permitir o uso do equipamento de captura de imagens.

Aos amigos do Laboratório de Ciências Ambientais da UENF pela amizade e auxílio nas atividades de campo e laboratório.

Aos técnicos Helmo Siqueira e Gerson Rocha pelo auxílio nas atividades de campo.

Ao Dr. Gabriel Augusto Rodrigues Melo (Universidade Federal do Paraná-UFPR) pela identificação das abelhas.

Sumário

RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
INTRODUÇÃO GERAL	1
O bioma Mata Atlântica e a Reserva Biológica União	1
Diversidade de abelhas coletoras de óleos florais e plantas fontes de óleos	2
Hábitos de nidificação	4
OBJETIVO GERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
CAPÍTULO 1: Composição e diversidade da guilda de abelhas coletoras de óleos florais associada à <i>Byrsonima sericea</i> DC (Malpighiaceae) na Reserva Biológica União-RJ	11
RESUMO	12
Introdução	13
Objetivos geral e específicos	16
Metodologia	16
Áreas de estudo	16
Espécie Focal	19
Período de floração	20
Amostragem da guilda	21
Análise dos dados	22
Resultados	23
Discussão	29
Conclusões	33
Referências Bibliográficas	34
CAPÍTULO 2: Nidificação de abelhas coletoras de óleos florais em ninhos-armadilha e utilização de fontes polínicas em áreas de floresta atlântica e em plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ	41
RESUMO	42
Introdução	43

Objetivo geral	44
Objetivos específicos	45
Metodologia	45
Áreas de estudo	45
Utilização das áreas como sítios de nidificação	46
Análise polínica	47
Análise dos dados	49
Resultados	50
Ocupação dos ninhos-armadilha, composição das espécies de abelhas coletoras de óleo que nidificam em ninhos-armadilha e sazonalidade de nidificação	50
Tipos de substratos e estrutura dos ninhos	52
Emergentes e inimigos naturais associados	58
Utilização de fontes polínicas	63
Discussão	72
Conclusões	77
Referências Bibliográficas	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85

RESUMO

O estudo da guilda de abelhas coletoras de óleos florais, importantes polinizadores em ecossistemas neotropicais, é o tema desta dissertação que está estruturada em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta a diversidade da guilda de abelhas coletoras de óleos florais na Reserva Biológica União-RJ (REBIO União), associada à *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae), escolhida como planta focal para esta avaliação. O segundo capítulo objetiva avaliar a utilização, pelas abelhas coletoras de óleos florais, de dois habitats na REBIO União que diferem com relação ao estágio de regeneração (área com floresta atlântica secundária em estágio intermediário a avançado de regeneração e área com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica). Este segundo aspecto é investigado através da avaliação da nidificação em ninhos-armadilha e da utilização de fontes polínicas no alimento larval. Os resultados obtidos indicaram que a guilda de abelhas coletoras de óleos florais associada à *B. sericea* na REBIO União apresenta elevado número de espécies, a maioria delas de ampla distribuição em floresta atlântica e outros ecossistemas associados. Abelhas das tribos Centridini e Tapinotaspidini (25 espécies) formam a guilda de coletoras de óleos amostradas e espécies de *Centris*, *Epicharis* e *Lophopedia* foram as mais comuns na área. O número de espécies desta guilda foi maior do que o de visitantes não coletores de óleos (16 espécies de Augochlorini e Apini-Meliponina). A riqueza de espécies associadas à *B. sericea* verificada neste estudo foi superior à registrada em estudos realizados em outros ecossistemas no Brasil, revelando a importância deste grupo de abelhas para os fragmentos florestais de floresta atlântica da região. As abelhas coletoras de óleos que nidificam em ninhos-armadilha na REBIO União apresentaram maior frequência de nidificação na área de eucalipto, sendo um importante habitat para a nidificação de espécies provavelmente associadas a ambientes mais abertos e ensolarados. Por outro lado, a área mostrou-se insuficiente para o forrageio destas espécies, o que foi evidenciado através da análise polínica do alimento larval de *Tetrapedia diversipes* e *Centris (Heterocentris)* sp., que revelou que as espécies vegetais ocorrentes neste habitat, inclusive a espécie de eucalipto *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson e outras espécies nativas que estão regenerando na área, não são fontes preferenciais para o forrageio por pólen pela guilda. Foi observada alta similaridade no uso de recursos florais entre as áreas por *T. diversipes*, enquanto que esta similaridade foi baixa para *C. (Heterocentris)* sp. Este resultado sugere maior seletividade de *T. diversipes* na coleta de recursos florais, o que difere de trabalhos anteriores que

sugeriram esta espécie como altamente generalista. A presença de pólen de *B. sericea* (espécie ocorrente na área de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica) em menor proporção no conteúdo polínico dos ninhos de *T. diversipes* indica que este recurso não seria prioritariamente utilizado como fonte de pólen por esta abelha. Além disso, a ausência de *T. diversipes* nas amostragens nas flores de *B. sericea*, indica que outras fontes de óleos devem estar sendo utilizadas. Os dados indicam que áreas em regeneração podem ser de grande importância como locais de nidificação e forrageio para abelhas coletoras de óleos. Entretanto, a ausência de recursos específicos de pólen ou óleos pode limitar a distribuição ou a abundância destas espécies em habitats mais restritos.

ABSTRACT

The study of the oil-collecting bees' guild, important pollinators in Neotropical ecosystems, is the subject of this dissertation which one is structured in two chapters. The first chapter describes the diversity of the oil-collecting bees' guild in União Biological Reserve-RJ (UBR), associated with *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae), chosen as focal species for this assessment. The second chapter aims to evaluate the use, by the oil-collecting bees, of two habitats that differ with respect to the stage of forest regeneration in UBR (secondary Atlantic forest area with intermediate to advanced stage of regeneration and eucalyptus plantations area with regenerating understory of Atlantic forest). This second aspect is investigated by nesting in trap-nests and use of pollen sources in larval food. The results indicated that the oil-collecting bees guild associated with *B. sericea* in UBR has a high number of species, most of them widely distributed in Atlantic forest and other associated ecosystems. Bees of Centridini and Tapinotaspidini tribes (25 species) form the oil-collecting bees' guild sampled in this study, and species of *Centris*, *Epicharis* and *Lophopedia* were more common in the area. The number of species of this group was higher than that of not oil-collecting bees (16 species of Augochlorini and Apini-Meliponina). The species' richness associated with *B. sericea* observed in this study was higher than that observed in other ecosystems in Brazil, revealing the importance of this group of bees in Atlantic forest fragments in the region. The trap-nesting oil-collecting bees in UBR had a higher frequency of nesting in eucalyptus with regenerating understory area. This area is an important habitat for nesting species probably associated with open and sunny environments. Moreover, the area was insufficient for foraging practices by these species, which was evidenced by pollen analysis of the larval food of *Tetrapedia diversipes* and *Centris (Heterocentris)* sp. The pollen analysis revealed that the plant species that occur in this habitat, including the eucalyptus species *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S and other native species that are regenerating in the area, are not preferred sources for pollen foraging by the guild. There was high similarity in the use of floral resources between the areas by *T. diversipes*, while the similarity was low for *C. (Heterocentris)* sp. This result suggests greater selectivity of *T. diversipes* in floral resources collection, which differs from previous works that suggested this species as highly generalist. The presence of low quantity of *B. sericea*'s pollen (occurring species in eucalyptus plantations area with regenerating understory of Atlantic forest) in the nests of *T. diversipes* indicates that this species would not be used primarily as a pollen source for this bee. Moreover, the absence of *T. diversipes* in flowers of *B. sericea* indicates that

other sources of oils are being used. These results indicate that regeneration areas can have great importance as nesting sites and foraging for oil-collecting bees. However, the absence of specific pollen or oils sources may restrict the distribution or abundance of these species in more restricted habitats.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 O bioma Mata Atlântica e a Reserva Biológica União

A Mata Atlântica encontra-se atualmente reduzida a cerca de 7% de sua extensão original e constitui um dos biomas mais atingidos pelo crescente desmatamento (Morellato & Haddad, 2000; Myers *et al.*, 2000). Apesar da intensa fragmentação, o bioma é caracterizado pela alta diversidade e isto se deve à grande variedade de habitats inseridos em uma série de tipologias, que compõe um mosaico vegetacional bastante complexo. Segundo delimitações estabelecidas pelo mapa de vegetação do Brasil (IBGE, 1992), as formações florestais e os ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica definem-se por: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos de Altitude, Brejos Interioranos e Encraves Florestais do Nordeste. Esta heterogeneidade de habitats propicia a grande riqueza de espécies vegetais e animais (muitas endêmicas) sendo considerada internacionalmente como área prioritária para conservação (IUCN, 1988; Mori, 1989) e também classificada como um dos *hotspots* de biodiversidade do planeta (Myers *et al.*, 2000). No Rio de Janeiro, o processo de devastação e fragmentação florestal foi bastante intenso e atualmente 18,4% da sua cobertura vegetal original permanecem conservados em propriedades particulares ou unidades de conservação (Fundação SOS Mata Atlântica / INPE, 2010).

No caso específico da Reserva Biológica União (REBIO União), a floresta atlântica ali existente é considerada uma das mais bem preservadas da região da baixada litorânea do Rio de Janeiro, e inclui também áreas em regeneração que sofreram alteração devido ao corte seletivo, caça, introdução de espécies exóticas na área (eucalipto e espécies frutíferas), além de implantação de redes de transmissão de alta tensão e dutos subterrâneos para transporte de materiais combustíveis (Rodrigues, 2004). Criada em 1998, a Reserva abrange três municípios: Rio das Ostras, Casimiro de Abreu e Macaé (Fig. 1) e ocupa área aproximada de 3126 ha, sendo 2400 ha ocupados com floresta atlântica, 220 ha com plantios de eucalipto abandonados que se apresentam distribuídos entre a vegetação nativa e as áreas restantes são ocupadas por estradas, linha férrea, torres de energia e gasodutos (IBAMA, 2007). A vegetação encontrada no local, de acordo com a classificação de Veloso *et al.* (1991), inclui a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (até 50 m sobre o nível do mar) e Floresta Ombrófila Densa Submontana, ocupando as terras situadas entre 50 e 500 m sobre o nível do mar. Ainda nestas

formações existem áreas alagadas com brejo e matas alagadas, bem como áreas de pastagens abandonadas e trechos com eucaliptais (Rodrigues, 2004). Os plantios de eucalipto (*Corymbia cyrtiodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson) foram introduzidos na Reserva pela Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA), antiga detentora do terreno, para a produção de dormentes usados nas linhas férreas; entretanto, desde a década de 1930 árvores nativas do local já eram retiradas para a utilização como lenha para a movimentação de locomotivas (IBAMA, 2007).

A influência de espécies de eucalipto na recuperação de áreas degradadas no território nacional é um ponto de divergência entre autores. Algumas espécies podem ser usadas com sucesso, atuando como facilitadoras da regeneração de espécies nativas (Sartori *et al.*, 2002), enquanto outras têm sido consideradas prejudiciais por apresentarem características como a alelopatia e a lenta decomposição das folhas (Nishimura *et al.*, 1984; Rezende *et al.*, 2001). Uma preocupação comum às áreas com plantios de eucalipto refere-se à utilização destes ambientes pela fauna. Na REBIO União os plantios de eucalipto estão abandonados desde 1996, e nos antigos talhões de plantios observa-se regeneração de espécies nativas no sub-bosque, em diferentes estágios. Entre as espécies regenerantes, foi detectada a presença de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) (Evaristo, 2006), uma fonte importante de óleos florais para abelhas coletoras de óleos (Rego & Albuquerque, 1989; Teixeira & Machado, 2000). Estas abelhas, por sua vez, são importantes agentes polinizadores não somente das plantas produtoras de óleos, mas de muitas espécies vegetais nativas. Assim, tomando-se *B. sericea* como uma espécie focal, propõe-se neste trabalho o estudo da utilização de áreas de floresta atlântica em estágio avançado de regeneração e de floresta atlântica regenerante em meio a plantios de eucalipto abandonados por abelhas coletoras de óleos, como forma de avaliação da permeabilidade destes habitats.

1.2 Diversidade de abelhas coletoras de óleos florais e plantas fontes de óleos

Dentre as espécies de abelhas descritas mundialmente (Michener, 2000; Moure *et al.*, 2007), as especializadas na coleta de óleos florais representam mais de 400 espécies (Gaglianone *et al.*, no prelo). Na região neotropical, estas se distribuem em três tribos exclusivas das Américas: Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (Alves-dos-Santos *et al.*, 2007).

As abelhas coletoras de óleos florais compõem importante guilda de polinizadores que se associa a grupos específicos de plantas em cujas flores estão presentes estruturas secretoras de óleos denominadas por Vogel (1974) de elaióforos.

A tribo Centridini apresenta o maior número de espécies descritas, reunindo mais de 170 nos seus dois gêneros: *Centris* e *Epicharis* (Michener, 2000). Fêmeas de *Centris* coletam óleos florais em elaióforos epiteliais e tricomáticos em grande variedade de espécies vegetais (Machado, 2004), enquanto o gênero *Epicharis* coleta exclusivamente em elaióforos epiteliais no cálice de flores de Malpighiaceae (Gaglianone, 2001a). A tribo Tapinotaspidini é composta por 12 gêneros com distribuição neotropical (Aguiar & Melo, 2006), cujas espécies coletam óleos florais em elaióforos tricomáticos e epiteliais (Machado, 2004). Tetrapediini é uma tribo que possui apenas dois gêneros: *Tetrapedia*, representado por 18 espécies no Brasil (Moure, 1999; Silveira *et al.*, 2002) e *Coelioxoides*, composto apenas por espécies cleptoparasitas de *Tetrapedia*, não coletoras de recursos florais.

São reconhecidas 11 famílias botânicas cujas flores apresentam elaióforos: Calceolariaceae, Cucurbitaceae, Iridaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Myrsinaceae, Orchidaceae, Plantaginaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae e Stilbaceae (Renner & Schaefer, 2010). Além de serem fontes de lipídeos, muitas destas plantas também fornecem pólen e néctar para as abelhas. Simpson & Neff (1981) sugeriram que os lipídeos florais seriam usados como parte do revestimento da parede das células no ninho, atuando como impermeabilizante das células e protegendo os ninhos das espécies que nidificam em solo úmido. O uso do óleo floral para este fim foi posteriormente constatado por outros pesquisadores (Cane *et al.*, 1983; Buchmann, 1987). A utilização deste composto também foi apontada como constituinte do alimento larval em substituição ao néctar devido ao seu valor energético superior (Vogel, 1969). A principal vantagem do óleo sobre o néctar, no que se refere à mistura com pólen, é a maior quantidade de energia por unidade de peso do que a encontrada nos carboidratos (Simpson *et al.*, 1983).

Estudos da relação entre flores produtoras de óleos e abelhas coletoras de óleos têm demonstrado o importante papel destas como agentes de polinização em diversos ecossistemas. Em ambientes naturais estas foram registradas como polinizadoras de várias espécies pertencentes à família Malpighiaceae em áreas de cerrado, restinga, caatinga e floresta semidecídua (Pedro, 1994; Teixeira & Machado, 2000; Aguiar & Almeida, 2002; Gaglianone, 2003; Sigrist & Sazima, 2004; Gaglianone, 2006). A importância destas na polinização de espécies de interesse agrícola como a aceroleira

(Martins *et al.*, 1999; Vilhena & Augusto, 2007) e o maracujazeiro (Benevides *et al.*, 2009) também está registrada. Diante disso, o manejo destas abelhas para a polinização de plantas economicamente importantes é apontado como prática necessária; para tanto, contribuições sobre o conhecimento da ecologia destas abelhas no seu ambiente natural torna-se imprescindível (Freitas *et al.*, 2006).

1.3 Hábitos de nidificação

As abelhas coletoras de óleos são solitárias e apresentam diversos hábitos de nidificação. A maioria nidifica no chão, em solos expostos ou cobertos por vegetação, em superfícies planas ou em barrancos (Camargo *et al.*, 1975; Coville *et al.*, 1983; Laroca *et al.*, 1993; Aguiar & Gaglianone, 2003). Existem também espécies que nidificam em termiteiros (Gaglianone, 2001b) e ainda as que constroem galerias em madeira morta ou apodrecida (Gerling *et al.*, 1989; Camillo & Garófalo, 1982), ou em cavidades pré-existentes (Garófalo *et al.*, 1989; Jesus & Garófalo, 2000; Silva *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004; Mendes & Rêgo, 2007). Estas abelhas utilizam uma variedade de materiais para construir seus ninhos, como terra, areia e serragem misturados com óleo (Camillo, 2000; Silva, *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004; Gaglianone, 2005; Mendes & Rêgo, 2007) formando compartimentos resistentes para proteção contra água, umidade e, principalmente, inimigos.

A construção de ninhos em cavidades pré-existentes foi verificada para espécies das tribos Centridini e Tetrapediini (Morato *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 1999; Camillo, 2005; Alves-dos-Santos *et al.*, 2002) que, devido a este comportamento, podem ser atraídas a nidificarem em ninhos-armadilha, segundo técnica proposta por Krombein (1967). Esta metodologia mostra-se eficiente para a amostragem de algumas espécies de abelhas coletoras de óleos, além de outros táxons (Garófalo *et al.*, 1989; Morato, 2000) e tem grande vantagem sobre outras metodologias devido à possibilidade de padronização na amostragem. Essa metodologia foi adotada neste estudo como ferramenta de avaliação da residência das abelhas coletoras de óleos nas áreas amostrais.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar a guilda de abelhas coletoras de óleos florais na Reserva Biológica União-RJ e a utilização de áreas com floresta atlântica como habitats pela guilda.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Descrever a guilda de abelhas coletoras de óleos florais associada à espécie focal *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) na Reserva Biológica União-RJ;

2) Avaliar a utilização de áreas de floresta atlântica secundária em estágio intermediário a avançado de regeneração e de plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ como sítios de nidificação e de forrageio pelas abelhas coletoras de óleos florais através da comparação do número de ninhos-armadilha construídos ao longo do período de estudo e da análise polínica do alimento larval, respectivamente;

3) Analisar comparativamente a riqueza, composição, abundância e sazonalidade das espécies de abelhas coletoras de óleos que nidificam em ninhos-armadilha entre as áreas de floresta atlântica secundária em estágio intermediário a avançado de regeneração e de plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.C.; Melo, G.A.R. 2006. Filogenia e classificação da tribo Tapinotaspidini (Hymenoptera, Apidae). In: Anais do VII Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto. pp: 160-164.
- Aguiar, C.M.L.; Almeida, G.F. 2002. Atividade diária de coleta de óleo por espécies de *Centris* (Hymenoptera: Apidae) em *Mcvaughia bahiana* (Malpighiaceae) na caatinga. *Acta Biologica Leopoldensia*, 24 (2):131-140.
- Aguiar, C.M.L.; Gaglianone, M.C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (4): 601-606.
- Aguiar, C.M.L.; Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (3): 477-486.
- Alves-dos-Santos, I.; Melo, G.A.R.; Rozen, J.G. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). *American Museum Novitates*, 3377: 1-45.
- Alves-dos-Santos, I.; Machado, I.C.; Gaglianone, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, 11 (4): 544-557.
- Benevides, C.R.; Gaglianone, M.C.; Hoffman, M. 2009. Visitantes Florais do Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo próximas a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*. 53: 415-421.
- Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 18: 343-369.
- Camargo, J.M.F.; Zucchi, R.; Sakagami, S.F. 1975. Observations on the bionomics of *Epicharis* (*Epicharana*) *rustica flava* (Olivier) including notes on its parasite *Rhathymus* sp. (Hymenoptera, Apoidea: Anthophoridae). *Studia Entomologica*, 18(1-4): 313-339.
- Camillo, E. 2000. Biologia de *Tetrapedia curvitaris* em ninhos-armadilha (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). In: Anais do IV Encontro sobre abelhas, de Ribeirão Preto-SP p. 103-110.
- Camillo, E. 2005. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). *Revista de Biologia Tropical*, 53(1/2): 175-186.
- Camillo, E.; Garófalo, C.A. 1982. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil: I - Nest construction and biological cycle. *Revista Brasileira de Biologia*, 42(3): 571-582.

- Cane, J.H.; Eickwort, G.C.; Wesley, F.R., Spielholz, J. 1983. Foraging, grooming and mating behaviour of *Macropis nuda* (Hymenoptera, Melittidae) and use of *Lysimachia ciliata* (Primulaceae) oils in larval provisions and cell linings. *The American Naturalist*, 110: 257-267.
- Coville, R.E.; Frankie, G.W.; Vinson, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56(2): 109-122.
- Evaristo, V.T. 2006. Dinâmica da comunidade arbustivo-arbórea de Mata Atlântica em plantios abandonados de eucalipto (*Corymbia citriodora* (Hook) L. A. Johnson & K. D. Hill) na Reserva Biológica União. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Freitas, B.M.; Martins, C.F.; Schlindwein, C.; Wittmann, D.; Alves-dos-Santos, I.; Cane, J.; Ribeiro, M.F. & Gaglianone, M.C. 2006. Bee management for pollination purposes – Bumble bees and solitary bees. *In* Imperatriz-Fonseca *et al.* (org.), p.53-62. Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices. Holos Editora. 96 pp.
- Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2010. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período 2008-2010. Relatório parcial. Estado do Rio de Janeiro.
- Gaglianone, M.C.; Aguiar, A.C.; Vivallo, F. & Alves-dos-Santos, I. Checklist das abelhas coletoras de óleos do estado de São Paulo (Hymenoptera: Apidae). *Biota Neotropica* (no prelo).
- Gaglianone, M.C. 2001a. Bionomia de *Epicharis*, associações com Malpighiaceae e uma análise filogenética e biogeográfica das espécies dos subgêneros *Epicharis* e *Epicharana* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto (SP).
- Gaglianone, M.C. 2001b. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 18, supl.1: 107-117.
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da Tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí: composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. *In*: Melo GAR, Alves-dos-Santos I. (Ed). *Apoidea Neotropica*. Criciúma, SC, Brazil: UNESC, p. 279 – 284.
- Gaglianone, M.C. 2005. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40(3): 191-200.

- Gaglianone, M.C. 2006. Centridini em remanescentes de Mata Atlântica: diversidade e interações com flores. In: VII Encontro sobre Abelhas, 2006, Ribeirão Preto.
- Garófalo, C.A.; Camillo, E.; Serrano, J.C. 1989. Espécies de abelhas do gênero *Centris* (Hymenoptera, Anthophoridae) nidificando em ninhos-armadilha. *Ciência e Cultura*, 41: 799.
- Gerling, D., Velthuis, H.H.W.; Hefetz, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. *Annual Review of Entomology*, 34: 163-90.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2007. Plano de Recuperação dos Eucaliptais da Reserva Biológica União. Reserva Biológica União, Rio das Ostras, 141p.
- IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 92p.
- IUCN. 1988. Brazil: Atlantic Coastal Forests. Cambridge, Tropical Forest Programme, Conservation Monitoring Centre, 19 p.
- Jesus, B.M.V.; Garófalo, C.A. 2000. Nesting behavior of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31: 503-515.
- Krombein, K.V. 1967. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates. Smithsonian Press, 570 pp.
- Laroca, S.; Santos, D.R.; Schwartz-Filho, D.L. 1993. Observations on the nesting biology of three Brazilian Centridini bees: *Melanocentris dorsata* (Lepelletier, 1841), *Ptilotopus sponsa* (Smith, 1854) and *Epicharitides obscura* (Friese, 1899). *Tropical Zoology (Italy)*, 6: 153-163.
- Machado, I.C. 2004. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil. Pp 255-280. In: B.M.Freitas & J.O.P.Pereira, (eds.), Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination. Editora Imprensa Universitária, UFCE, Fortaleza. 285pp.
- Martins, C. G. M.; Lorenzon, M. C. A.; Baptista, J. L. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. *Caatinga*. Mossoró. v. 12, p. 55-59.
- Mendes, F.N.; Rêgo, M.M.C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(3): 382-388.
- Michener, C.D. 2000. The bees of the world. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore & London. 913pp.

- Morato, E.F. 2000. A técnica de ninhos-armadilha no estudo de comunidades de Aculeata solitários. Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto: 111-117p.
- Morato, E.F.; Garcia, M.V.B.; Campos, L.A.O. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. Revista Brasileira de Zoologia, 16: 1213-1222.
- Morellato, L.P.C.; Haddad, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. Biotropica, 32 (4b): 786-792.
- Mori, S. A. 1989. Eastern, extra-Amazonian Brazil. In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (eds.) Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future. New York. The New York Botanical Garden, p. 427-454.
- Moure, J.S. 1999. Espécies novas de *Tetrapedia* Klug (Apoidea, Anthophoridae). Revista Brasileira de Zoologia, 16(1): 47-71.
- Moure, J.S.; Melo, G. A. R.; Vivallo, F. 2007. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In: Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region Sociedade Brasileira de Entomologia, Curitiba, Paraná p. 83-142.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.
- Nishimura, H.; Nakamura, T.; Mizutani, J. 1984. Allelopathic effects of *p*-menthane-3,8-diols in *Eucalyptus citriodora*. Phytochemistry 23(12): 2777-2779.
- Pedro, S.R.M. 1994. Interações entre abelhas e flores em uma área de cerrado no NE do Estado de São Paulo: abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). Anais do Encontro sobre abelhas: 243-255.
- Pereira, M.; Garófalo, C.A.; Camillo, E.; Serrano, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini) Apidologie, 30: 327-338.
- Rêgo, M.M.C.; Albuquerque, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia 5: 179-193.
- Renner, S.S.; Schaefer, H. 2010. The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences. 265: 423-435.

- Rezende, J. L. P.; Garcia, Q. S.; Scotti, M. R. M. M. L. 2001. Laboratory decomposition of *Dalbergia nigra* and *Eucalyptus grandis* leaves in forest and eucalypt plantation soils. *Acta Botanica Brasilica*, 15(3): 305-312.
- Rodrigues, P.J.F.P. 2004. A fragmentação da Reserva Biológica União e os efeitos na Mata Atlântica fragmentada. Tese de Doutorado em Biociências e Biotecnologia (Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.
- Sartori, M. S.; Poggiani, F.; Engel, V. L. 2002. Regeneração da vegetação arbórea de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith localizado no Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, 62: 86-103.
- Sigrist, M.R.; Sazima, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of Neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. *Annals of Botany*, 94: 33-41.
- Silva, F.O.; Viana, B.F.; Neves, E.L. 2001. Biology and architecture of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nests. *Neotropical Entomology*, 30(4): 541-545.
- Silveira, F.A.; Melo, G.A.R.; Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas Brasileiras - Sistemática de Identificação. Edição do autor. Belo Horizonte. 253pp.
- Simpson, B.B.; Neff, J. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322.
- Simpson, B.B.; Neff, J.L.; Seigler, D.S. 1983. Floral biology and floral rewards of *Lysimachia* (Primulaceae). *The American Naturalist*, 110: 249-256.
- Teixeira, L.M.; Machado, I.C. 2000. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 14: 347-357.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro. IBGE.
- Vilhena, A.M.G.F.; Augusto, S.C. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. *Bioscience Journal*, 23 (1): 14-23.
- Vogel, S. 1969. Flowers offering fatty oil instead of nectar, *In: XI Proceedings of Botanic Congress, Abstracts, Seattle*, pp: 229.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*, 7: 285-547.

CAPÍTULO I

Composição e diversidade da guilda de abelhas coletoras de óleos florais associada à *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) na Reserva Biológica União-RJ

RESUMO

Dentre as Malpighiaceae, o gênero *Byrsonima* destaca-se como atrativo a abelhas coletoras de óleos podendo ser utilizado como planta alvo para amostragem desta guilda. O objetivo deste estudo foi descrever e analisar a guilda de abelhas coletoras de óleos atraídas às flores de *Byrsonima sericea* ocorrentes na Reserva Biológica União-RJ (REBIO União). Foram realizadas coletas das abelhas nas flores de *B. sericea* nos meses de pico de floração entre 2008 e 2009, sistematizadas em intervalos de 15min. O esforço amostral máximo foi de 10h de amostragem por dia, totalizando 68h de coletas com rede entomológica. Os visitantes florais somaram 41 espécies pertencentes à família Apidae, tribos Augochlorini, Centridini, Apini-Meliponina e Tapinotaspidini. A guilda de coletoras de óleos (Centridini e Tapinotaspidini) totalizou 25 espécies e o restante refere-se aos visitantes que forrageavam somente por pólen. A riqueza de espécies amostrada correspondeu a 66% e 74% das estimativas fornecidas pelos estimadores Jackknife-2 e Jackknife-1, respectivamente, e a curva de acumulação de espécies apresentou caráter ascendente. Conforme registrado em outros ecossistemas, Centridini foi a tribo mais abundante na REBIO União, reunindo 82% dos indivíduos pertencentes à guilda de coletoras de óleos. *Centris varia* foi a espécie mais abundante e constante da guilda, ocorrendo em 97% das amostragens. Além desta, outras três espécies coletoras de óleos foram consideradas comuns: *Epicharis flava*, *E. (Epicharoides) sp.* e *Lophopedia minor*, porém, a maioria das espécies da guilda foi considerada rara, segundo valores de abundância e frequência de ocorrência. A diversidade de Shannon foi de 2,22 e a uniformidade na distribuição das abundâncias foi de 0,69. A guilda de abelhas coletoras de óleos ocorrentes na REBIO União revelou-se bastante rica e abundante em relação a outros ecossistemas estudados sendo composta por elevado número de espécies raras. Diante disso, os resultados apresentados refletem a importância desta espécie vegetal como fonte de forrageio para abelhas especialistas na coleta de óleos florais na REBIO União que, por sua vez, são importantes polinizadores de muitas espécies florestais.

1. INTRODUÇÃO

Root (1967) definiu uma guilda como “um grupo de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais de modo similar”. Neste sentido, o conceito proposto pelo autor agrupa as espécies em unidades funcionais, desconsiderando suas relações taxonômicas, mas que apresentam sobreposição de nichos. O valor que este conceito assumiu em estudos de ecologia subsequentes deve-se ao fato de que as guildas podem ser definidas, de certa forma, independentemente das espécies que as compõem. Assim, a guilda é uma unidade conveniente para pesquisas sobre interações entre espécies, podendo ser tratada também como uma unidade funcional na análise de comunidades, tornando desnecessário considerar toda e cada espécie como uma entidade separada (Odum, 2001). A maioria dos estudos sobre comunidades biológicas tem determinado suas guildas com relação às fontes alimentares que são compartilhadas e exploradas pelas espécies (Simberloff & Dayan, 1991). Neste contexto, guilda trófica pode ser definida como o conjunto de populações que subsistem utilizando um mesmo conjunto de recursos (Margaleff, 1989) ou, segundo Odum (2001), grupos de espécies com papéis e dimensões de nichos comparáveis dentro de uma comunidade. Assim, o reconhecimento das guildas tróficas pode se basear principalmente no tipo de dieta apresentado pelos táxons e, em alguns casos, no comportamento alimentar associado ao substrato no qual o alimento está disponível.

Segundo Buchmann (1987), os visitantes florais que compõem a guilda de organismos capazes de coletar óleo pertencem exclusivamente ao grupo das abelhas solitárias, estando estas distribuídas em duas famílias (*sensu* Michener, 2000): Mellitidae e Apidae. A família Mellitidae é encontrada principalmente na África e região Holártica, sendo as espécies das tribos Macropidini e Redivivini especializadas na coleta de óleos florais. Por outro lado, a família Apidae reúne a grande maioria dos gêneros e espécies de abelhas coletoras de óleos florais, as quais se encontram distribuídas em três tribos diversas na região Neotropical e exclusivas das Américas: Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini. A tribo Centridini é reconhecida como o grupo que reúne a maior quantidade de espécies de abelhas coletoras de óleos (Snelling, 1984).

O comportamento de coleta dos óleos florais já foi amplamente registrado para espécies de *Centris*, *Epicharis* (Centridini) (Buchmann, 1987; Rêgo & Albuquerque, 1989; Vogel, 1990; Gaglianone, 2001; Gaglianone, 2003) e *Tetrapedia* (Tetrapediini) (Sazima & Sazima, 1989; Alves-dos-Santos *et al.*, 2002). Dentre os Tapinotaspidini, informações sobre a função, diversidade e evolução das estruturas de coleta dos óleos florais foram

documentadas por Roig-Alsina (1997) e Cocucci *et al.* (2000). Além destas revisões, Melo & Gaglianone (2005) descreveram o comportamento de coleta de secreções extraflorais em tricomas glandulares por fêmeas de *Tapinotaspidos*. A guilda de organismos capazes de coletar óleos florais possui estruturas especializadas (cerdas em forma de “pente” ou tufo de cerdas finas e ramificadas) localizadas principalmente no basitarso das pernas anteriores e/ou medianas e que atuam na coleta deste recurso (Neff & Simpson, 1981). A morfologia das cerdas permite que estes visitantes florais raspem as glândulas ou tricomas produtores de óleo com as pernas anteriores e médias, sendo este recurso transferido para as escopas e transportado por elas. Concomitante à coleta de óleo, estas abelhas podem coletar pólen nas mesmas flores que também ofereçam este recurso ou em outras flores. Os óleos florais podem ser misturados ao pólen e esta mistura depositada nos ninhos como alimento larval (Simpson & Neff, 1981; Buchmann, 1987; Vinson *et al.*, 1997), como também podem ser utilizados na construção dos ninhos e revestimento das células (Neff & Simpson, 1981; Cane *et al.*, 1983; Buchmann, 1987). A utilização do óleo por estas abelhas ao invés de néctar (substância normalmente usada pelas abelhas para mistura com pólen) está relacionada à maior quantidade de energia por unidade de peso (Simpson *et al.*, 1983). De acordo com Vogel (1969), o óleo floral é cerca de oito vezes mais rico em calorias quando comparado à mesma quantidade de néctar.

Entre as famílias botânicas secretoras de óleos florais, Malpighiaceae é a que reúne o maior número de espécies cujo recurso é disponibilizado aos visitantes em elaióforos glandulares (Vogel, 1990). Estudos ecológicos realizados em diversos ecossistemas brasileiros (caatinga, cerrado, mata atlântica e restinga, principalmente), mostraram que espécies de Malpighiaceae estão associadas a um maior número de espécies de abelhas coletoras de óleo, sendo as principais fontes deste recurso para esta guilda nestes ambientes (Teixeira & Machado, 2000; Gimenes *et al.*, 2002; Aguiar, 2003; Gaglianone, 2003).

A especificidade da coleta deste recurso em flores de Malpighiaceae pela guilda foi verificada para espécies de *Epicharis* por Buchmann (1987) e Vogel (1988), os quais apontaram as espécies de Malpighiaceae como fontes principais ou exclusivas de óleos florais para este gênero de abelha. Esta interação específica entre *Epicharis* e espécies de Malpighiaceae foi também verificada por Gaglianone (2005a) em área de cerrado, a despeito de outras fontes de óleos florais estarem disponíveis no mesmo período. Diferentemente, espécies de *Centris* estão associadas a outras famílias produtoras de óleos além de Malpighiaceae (Renner & Schaefer, 2010). A maior ocorrência de

interações entre *Centris* e plantas secretoras de óleos florais está relacionada às variações observadas, nas abelhas deste gênero, quanto às estruturas especializadas na coleta deste recurso (o pente de cerdas espatuladas e as cerdas associadas a ele) permitindo-as “explorar” um maior número de plantas secretoras de óleos florais. Por outro lado, as estruturas de coleta dos óleos em *Epicharis* são mais constantes (Neff & Simpson, 1981).

As abelhas coletoras de óleos são importantes polinizadores de flores produtoras de óleos (Aguiar & Almeida, 2002; Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2003; Sigrist & Sazima, 2004; Gaglianone, 2006) e também de outras espécies nativas, inclusive na Mata Atlântica, como *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae) (Menezes & Gaglianone, 2007; Pollato & Alves Júnior, 2008) e *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) (Aguiar & Gaglianone, 2008).

Entre as Malpighiaceae, o gênero *Byrsonima* destaca-se como atrativo a abelhas coletoras de óleos em áreas de caatinga (Bezerra *et al.*, 2009), cerrado (Barros, 1992; Gaglianone, 2003), duna costeira (Costa *et al.*, 2006) floresta atlântica (Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2006; Rosa & Ramalho, 2007), restinga (Ramalho & Silva, 2002; Gaglianone, 2006; Ribeiro *et al.*, 2008; Dunley *et al.*, 2009) e savana amazônica (Benezar & Pessoni, 2006) e os resultados destes trabalhos sugerem que espécies de *Byrsonima* possam ser utilizadas como alvo para o estudo das comunidades de abelhas coletoras de óleos. Em área de cerrado misto com floresta estacional no estado de São Paulo, estudo feito por Gaglianone (2003) em várias espécies de Malpighiaceae registrou 62% das espécies de Centridini coletoras de óleos amostradas na área somente em flores de *Byrsonima*. Estudos realizados em outros ecossistemas brasileiros considerando os visitantes florais de *Byrsonima sericea* revelaram que mais de 75% destes visitantes corresponderam às abelhas coletoras de óleos florais, reforçando a viabilidade na utilização de *B. sericea* como planta focal para o estudo da estrutura desta guilda de abelhas. Aspectos da biologia floral de *B. sericea* favorecem a alta frequência de visitas das abelhas às suas flores, tais como: grande intensidade de floração com períodos prolongados, disposição das flores em inflorescências densas, oferta de pólen e óleo floral como recursos aos visitantes e grãos de pólen pequenos e secos presentes em grande quantidade nas anteras, permitindo a sua liberação durante vibrações do corpo exercidas pelas abelhas. Estes são reconhecidos como alguns dos fatores responsáveis pela importância desta espécie vegetal na manutenção das populações de abelhas em vários ecossistemas (Gaglianone, 2003).

A abordagem das relações entre as espécies que compõem um grupo funcional com necessidades particulares de recursos (neste caso, a guilda de coletores de óleos) tem sido conduzida em estudos visando ao manejo destas abelhas para a polinização de plantas economicamente importantes (Oliveira & Schlindwein, 2009; Vilhena, 2009). No entanto, esforços ainda são demandados em estudos que objetivam gerar mais contribuições sobre o conhecimento da ecologia desta guilda no seu ambiente natural (Freitas *et al.*, 2006).

2. OBJETIVO GERAL

Analisar a guilda de abelhas coletoras de óleos florais ocorrentes na Reserva Biológica União-RJ utilizando *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae) como planta focal.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Investigar a riqueza e composição da guilda de abelhas coletoras de óleos visitantes florais de *B. sericea*;
- 2) Avaliar a diversidade e frequência das abelhas coletoras de óleos florais comparativamente às outras espécies de abelhas que visitam as flores de *B. sericea*;
- 3) Comparar a riqueza da guilda observada na Reserva Biológica União com as registradas em outros ecossistemas em que *B. sericea* também foi utilizada como espécie focal.

3. METODOLOGIA

3.1 Áreas de estudo

Este estudo foi realizado em duas áreas com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica (plantios 17 e 39, de acordo com o Plano de Recuperação dos Eucaliptais da REBIO União – IBAMA, 2007 - Fig. 1) situadas na Reserva Biológica União (22°25'35,05"S, 42°01'53,19"W).



Figura 1 - Localização das áreas de amostragem dos visitantes florais de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) ocorrentes nas áreas selecionadas com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ. (□ = plantio 17; Δ = plantio 39).

Nestas áreas, as espécies nativas de floresta atlântica estão em fase de regeneração formando o sub-bosque (Evaristo, 2008) (Fig. 2) e, nos plantios de eucalipto onde este estudo foi desenvolvido, foram localizados vários indivíduos de *Byrsonima sericea* (Fig. 3).



Figura 2: Sub-bosque de floresta atlântica em regeneração em meio a plantio de eucalipto na Reserva Biológica União-RJ. (Fonte: Plano de Recuperação dos Eucaliptais da REBIO União – IBAMA, 2007).



Figura 3: Indivíduo de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) ocorrente em plantio de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ.

A REBIO União localiza-se ao norte do estado do Rio de Janeiro e possui área de 3126 ha, sendo 2400 ha ocupados com vegetação de mata atlântica do tipo ombrófila densa de terras baixas e ombrófila densa submontana; 215 ha correspondem a plantios de eucalipto abandonados desde 1996 que se encontram distribuídos entre a vegetação nativa e o restante é composto por outras áreas alteradas pela ação humana (IBAMA,

2007). A vegetação predominante é considerada uma das mais bem preservadas da baixada litorânea, apesar de existirem áreas em regeneração que sofreram alteração devido ao histórico de corte seletivo, caça, introdução de espécies exóticas na área (eucalipto e espécies frutíferas), além de implantação de redes de transmissão de alta tensão e dutos subterrâneos para transporte de materiais combustíveis (IBAMA, 2007).

O clima predominante na região é tropical úmido, com temperatura média anual de 24°C e pluviosidade em torno dos 1658 mm/ano, com 75% da pluviosidade concentrada entre os meses de outubro a abril (IBAMA, 2007). As variáveis climatológicas registradas durante o período de estudo foram obtidas na Estação Evapotranspirométrica da Reserva Biológica União-RJ (Fig. 4).

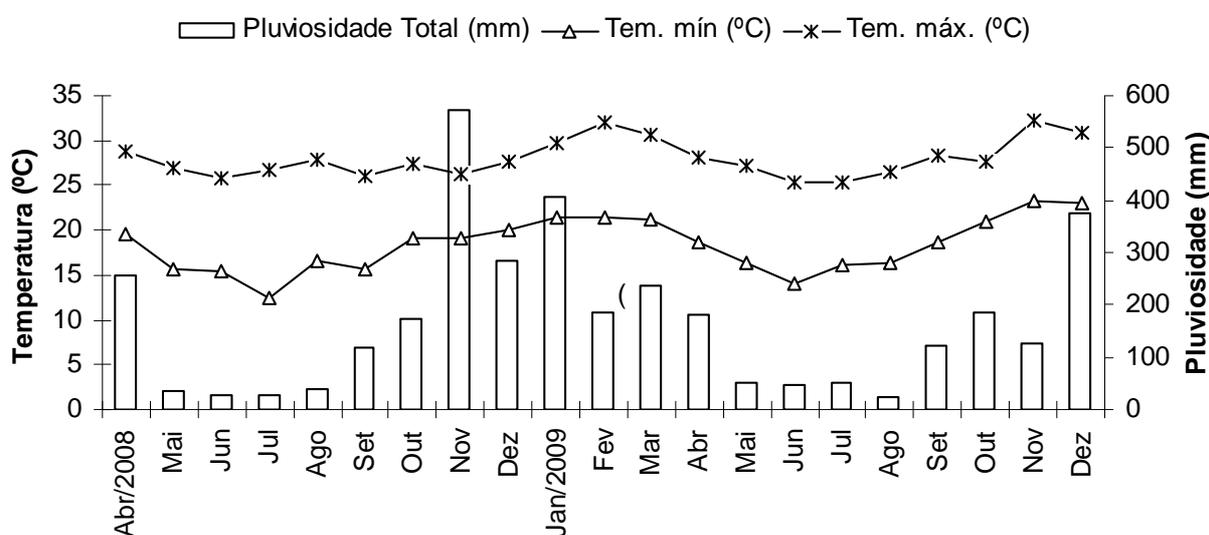


Figura 4: Pluviosidade total e temperaturas máxima e mínima registradas nos anos de 2008 e 2009 na Reserva Biológica União-RJ. Fonte: Estação Evapotranspirométrica da Reserva Biológica União-RJ.

3.2 Espécie Focal

O gênero *Byrsonima* encontra-se distribuído pelas Antilhas e Américas do Sul e Central e possui cerca de 150 espécies (Mabberley, 1993). No Brasil, *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae) foi registrada em áreas de floresta atlântica estacional perenifólia em Pernambuco (Silva, 1990; Teixeira & Machado, 2000), formações arbustivas de restinga (Dunley *et al.*, 2009) e floresta atlântica ombrófila submontana no estado do Rio de Janeiro (Rodrigues, 2002; Evaristo, 2008). Esta espécie, popularmente conhecida como murici, é produtora de óleos forais em glândulas especializadas, chamadas elaióforos, localizados nas sépalas (Fig. 5C). Indivíduos eglandulares também foram encontrados, embora em pequeno número, nas populações estudadas por Silva (1990) e Teixeira &

Machado (2000) em áreas de floresta atlântica estacional perenifólia em Pernambuco. As flores estão dispostas em racemos terminais (Fig. 5A), são zigomorfas, pentâmeras, de coloração amarela, e contêm dez estames (Fig. 5B). Os grãos de pólen são pequenos (em geral, menores que 20 μm) e secos. Estudos sobre o sistema reprodutivo têm indicado a espécie como auto-incompatível (Teixeira & Machado, 2000) ou discretamente autocompatível (Silva, 1990; Rodrigues, 2002).

Exsicatas de indivíduos de *B. sericea* coletados na REBIO União foram depositadas no Herbário do CBB/UENF.

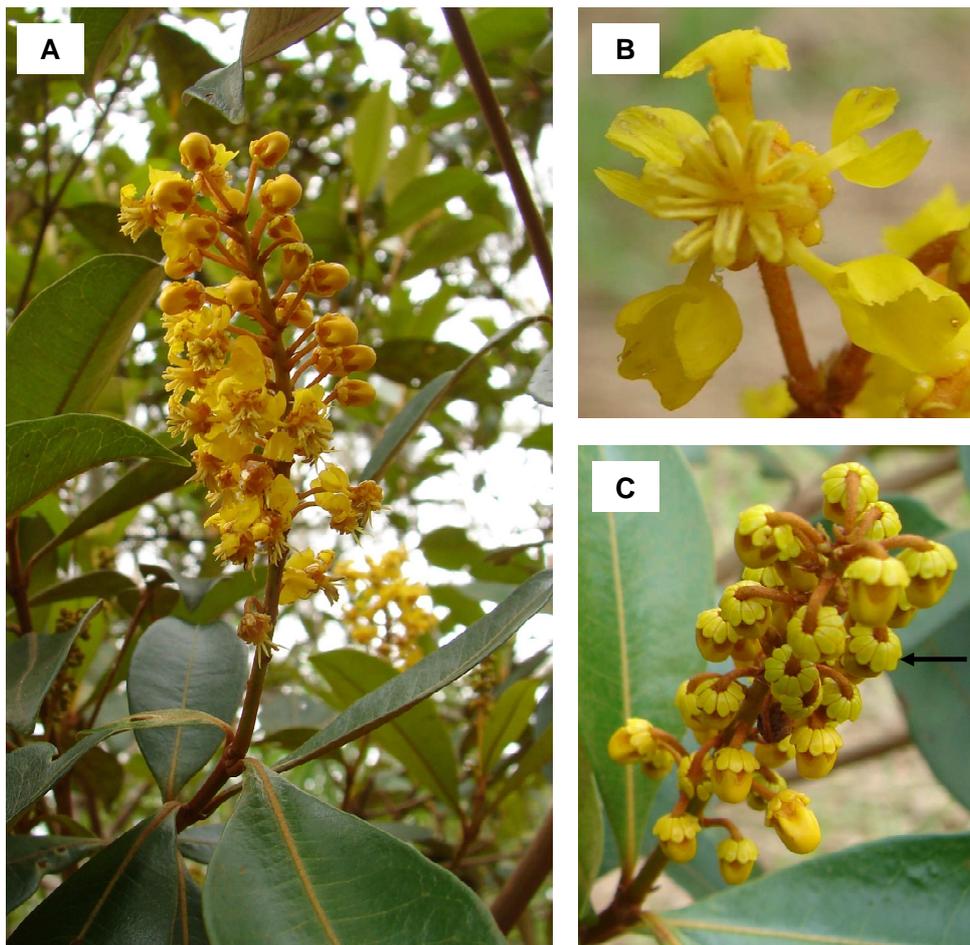


Figura 5: A. Inflorescência de *Byrsonima sericea* do tipo racemo. B. Flor de *Byrsonima sericea*, evidenciando a morfologia floral e o androceu. C. Elaióforos glandulares (indicados com a seta) em botões de *Byrsonima sericea*.

3.2 Período de floração

Foram acompanhados, entre abril/2008 e dezembro/2009, 20 indivíduos férteis desta espécie. Mensalmente, uma viagem de campo era realizada ao local de estudo e os indivíduos de *B. sericea* eram avaliados quanto à de floração baseando-se no índice de

intensidade de cobertura desta fenofase (Fournier, 1974), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Fournier} = (\sum \text{Fournier} / 4N) \times 100$$

Onde \sum Fournier = somatório das categorias de Fournier para cada indivíduo e N = número de indivíduos da amostra.

Foram consideradas cinco categorias de intensidade:

- 1 - Ausência de fenofase reprodutiva;
- 2 - Presença de fenofase reprodutiva entre 1-25%;
- 3 - Presença de fenofase reprodutiva entre 26-50%;
- 4 - Presença de fenofase reprodutiva entre 51-75%;
- 5 - Presença de fenofase reprodutiva entre 76-100%.

A intensidade da fenofase foi calculada dividindo-se visualmente a copa de cada indivíduo de *B. sericea* em quatro quadrantes (cada quadrante representando 25% de cobertura) e estimando quanto dessa área estava coberta com flores abertas. Indivíduos com percentual de floração superior a 50% foram considerados em fase de pico de floração.

3.3 Amostragem da guilda

Durante o pico de floração dos indivíduos de *B. sericea* nas duas áreas com plantios de eucalipto selecionadas neste estudo, a ocorrência e atividade das abelhas sobre as flores foram registradas através de coletas com rede entomológica. As amostragens foram realizadas por dois coletores em cinco indivíduos de *B. sericea* em pico de floração em cada área, durante 17 dias não consecutivos, entre novembro e dezembro de 2008 e 2009. As coletas foram realizadas entre 6h e 16h e o esforço máximo de coleta por dia de amostragem foi de 10h, totalizando 68h de coletas. Foi estabelecida uma frequência de coleta dos visitantes ao longo do período de antese das flores de 15 em 15 min por intervalo de hora, com realização de pausa de 5 minutos entre os intervalos, de modo a realizarem-se três sessões de coleta por hora. Cada intervalo de 15 min foi considerado uma amostra. Cada coletor capturou todos os visitantes florais em um indivíduo de *B. sericea* durante o respectivo intervalo amostral. Ao término de cada hora, houve revezamento dos coletores entre os indivíduos de *B. sericea* selecionados para a amostragem, de modo que cada indivíduo de *B. sericea* foi amostrado em dois momentos do dia por cada coletor.

Os visitantes coletados nas flores foram montados, etiquetados e incorporados à coleção de Zoologia do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

3.4 Análise dos Dados

Os seguintes parâmetros relacionados à estrutura de comunidades foram utilizados para análise da guilda de visitantes atraídos às flores de *B. sericea*: composição, riqueza, abundância, dominância, frequência de ocorrência, diversidade e uniformidade das espécies.

A diversidade das espécies coletoras de óleos e não coletoras deste recurso que visitaram as flores de *B. sericea* foi analisada através do índice de diversidade de Shannon (H') e comparadas estatisticamente através do teste T, ao nível de 5% de significância. A uniformidade foi calculada pelo índice de Pielou (J). Estes cálculos foram realizados usando o programa Bio-Dap (Magurran, 2003).

Para cada espécie amostrada, foi calculada a dominância (D) e a constância (c) das espécies amostradas, baseada em Krebs (1989). Foram consideradas dominantes as espécies que apresentaram abundância relativa superior a $1/S$, sendo S o número total de espécies na comunidade.

A constância foi calculada como:

$$c = (\text{número de amostras com a espécie } i / \text{número de amostras}) \times 100.$$

Se:

$c \geq 50\%$, a espécie é indicada como constante (x);

$c < 50\%$ e $\geq 25\%$, a espécie é indicada como acessória (y);

$c < 25\%$, a espécie é indicada como acidental (z).

Os valores de dominância e constância analisados juntos foram usados para agrupar as espécies nas categorias: comum, intermediária e rara.

Os padrões de distribuição das espécies da guilda de abelhas coletoras de óleos florais associadas a *B. sericea* amostradas na REBIO União foram determinados pelo Rank-Abundance Plot (Whittaker, 1965), em que as abundâncias relativas foram plotadas em ordem decrescente de acordo com seu valor de abundância.

Foi calculada a curva de acumulação das espécies de abelhas coletoras de óleos florais por amostra realizada com o auxílio do programa Estimates Win8,2, a partir de 100 aleatorizações do conjunto de dados. A riqueza real de abelhas coletoras de óleos da REBIO União foi estimada usando os indicadores Jackknife-1 e Jackknife-2, através do

programa Estimates Win 8,2. Estes estimadores calculam a riqueza total com base na frequência observada de espécies raras na comunidade (Krebs, 1989). Foram considerados os estimadores Jackknife de primeira e segunda ordens para comparar a riqueza observada neste estudo com a estimativa de riqueza real máxima e mínima de espécies na comunidade.

4. RESULTADOS

O acompanhamento da fenologia de floração dos indivíduos de *B. sericea* indicou que o pico de floração desta espécie concentrou-se em dezembro e a fenofase de floração foi finalizada em março, acompanhando o pico de precipitação observado neste período (Fig. 6).

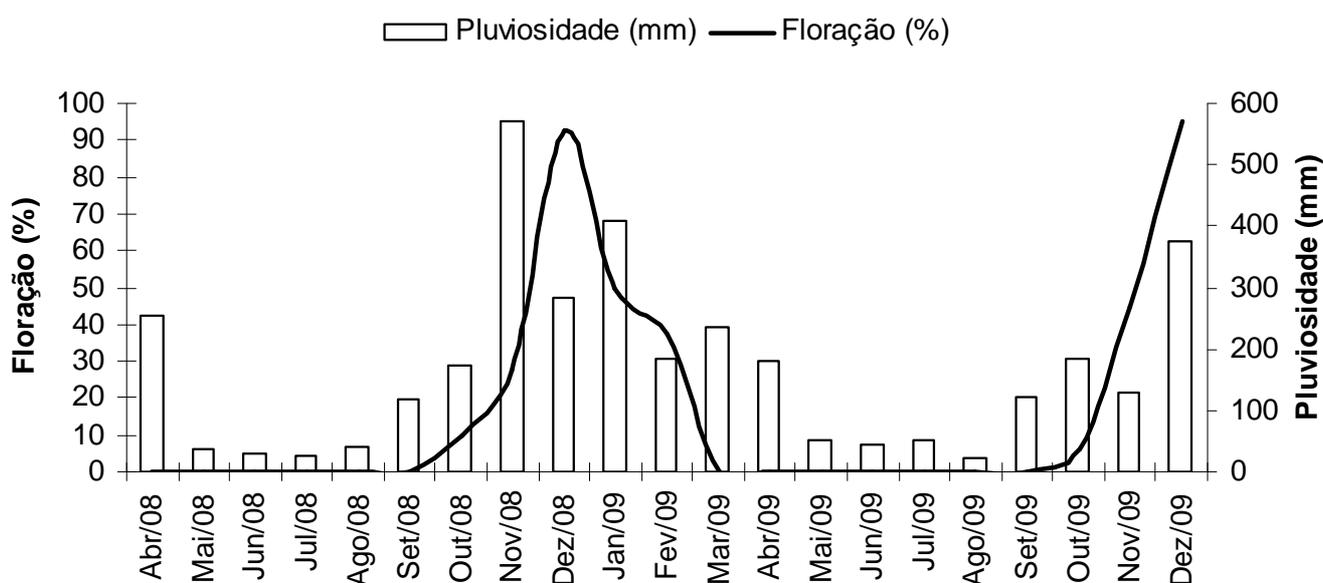


Figura 6 – Período de floração de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) e pluviosidade registrada entre abril/2008 e dezembro/2009 na Reserva Biológica União-RJ.

Foram amostradas 457 indivíduos de abelhas visitantes florais de *B. sericea* durante as amostragens realizadas. Deste total, 323 indivíduos corresponderam às abelhas coletoras de óleo e 134 às não coletoras deste recurso. Os visitantes florais somaram 42 espécies pertencentes às tribos Augochlorini (Halictidae), Apini-Meliponina, Centridini, Ceratinini e Tetrapediini (Apidae). A guilda de abelhas coletoras de óleos (Centridini e Tetrapediini) totalizou 25 espécies de 5 gêneros.

Os visitantes florais forrageavam por óleo e/ou pólen. A cada visita das espécies da tribo Centridini às flores de *B. sericea*, anteras e estigmas eram tocados com o corpo

destas abelhas enquanto coletavam óleo floral, ou quando vibravam o corpo sobre as flores para a coleta de pólen, podendo ser consideradas polinizadores de *B. sericea*. Espécies da tribo Tapinotaspidini coletavam somente óleo nas flores. As demais abelhas visitantes (17 espécies e 7 gêneros) de Augochlorini, Apini-Meliponina e Ceratinini (Tabela 1) forrageavam apenas por pólen.

A espécie mais abundante e mais constante da guilda de abelhas coletoras de óleo foi *Centris varia*, ocorrendo em 97% das amostragens (Tabela 1). A partir dos valores de dominância e constância das espécies amostradas, foram consideradas espécies comuns pertencentes à guilda de abelhas coletoras de óleo, além de *Centris varia*, *Epicharis flava*, *Epicharis (Epicharoides) sp.* e *Lophopedia minor*. Em relação às espécies de abelhas não coletoras de óleo, *Trigona braueri* e *Augochloropsis notophos* foram as espécies comuns (Tabela 1).

Tabela 1 – Visitantes amostrados em flores de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) em áreas de floresta atlântica regenerante em meio a plantio de eucalipto entre novembro e dezembro de 2008 e 2009 na REBIO União. (N = número de indivíduos; D = dominância; d = dominante; nd = não-dominante; c = constância; x = constante; y = acessória; z = acidental; C = comum; I = intermediária; R = Rara).

Abelhas Visitantes Florais	N	Abundância relativa (%)	D	c	Categoria
COLETORAS DE ÓLEO					
Apidae-Centridini					
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1848)	119	36,8	d	96,7 x	C
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	2	0,6	nd	6,7 z	R
<i>Centris (Heterocentris) sp.</i>	14	4,3	d	30,0 y	I
<i>Centris (Trachina) longimana</i> Fabricius, 1804	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Centris (Xanthemisia) bicolor</i> Lepeletier, 1841	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Centris (Xanthemisia) ferruginea</i> Lepeletier, 1841	2	0,6	nd	6,7 z	R
<i>Epicharis (Anepicharis) chrysopyga</i> (Friese, 1900)	2	0,6	nd	6,7 z	R
<i>Epicharis (Anepicharis) dejeanii</i> Lepeletier, 1841	6	1,9	nd	20,0 z	R
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> (Friese, 1900)	32	9,9	d	63,3 x	C
<i>Epicharis (Epicharana) pygialis</i> (Friese, 1900)	31	9,6	d	46,7 y	I
<i>Epicharis (Epicharitides) cockerelli</i> (Friese, 1900)	2	0,6	nd	6,7 z	R
<i>Epicharis (Epicharitides) obscura</i> Friese, 1899	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Epicharis (Epicharoides) sp.</i>	27	8,4	d	56,7 x	C
<i>Epicharis (Hoplepicharis) affinis</i> Smith, 1874	17	5,3	d	40,0 y	I
<i>Epicharis (Hoplepicharis) fasciata</i> Lepeletier & Serville, 1828	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Epicharis (Triepicharis) analis</i> Lepeletier, 1841	4	1,2	nd	16,7 z	R
Apidae-Tapinotaspidini					
<i>Lophopedia minor</i> Aguiar, 2009	34	10,5	d	63,3 x	C
<i>Lophopedia nigrispinis</i> (Vachal, 1909)	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Lophopedia pulchra</i> Aguiar, 2009	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Lophopedia pygmaea</i> (Schrottky, 1902)	2	0,6	nd	6,7 z	R
<i>Monoeca brasiliensis</i> Lepeletier & Serville, 1828	1	0,3	nd	3,3 z	R
<i>Paratetrapedia bicolor</i> (Smith, 1854)	7	2,2	nd	20,0 z	R
<i>Paratetrapedia connexa</i> (Vachal, 1909)	13	4,0	nd	23,3 z	R
TOTAL	323				
NÃO COLETORAS DE ÓLEO					
Andrenidae-Oxaeinae					
<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	1	0,7	nd	3,3 z	R
Apidae-Apini-Meliponina					
<i>Melipona (Michmelia) mondury</i> Smith, 1863	1	0,7	nd	3,3 z	R
<i>Oxytrigona tataira</i> (Smith, 1863)	6	4,5	nd	10,0 z	R
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	7	5,2	nd	16,7 z	R
<i>Trigona aff. fuscipennis</i> Friese, 1900	22	16,4	d	33,3 y	I
<i>Trigona braueri</i> Friese, 1900	41	30,6	d	70,0 x	C
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	2	1,5	nd	6,7 z	R
Apidae-Ceratinini					
<i>Ceratina (Calloceratina) chloris</i> (Fabricius, 1804)	1	0,7	nd	3,3 z	R
<i>Ceratina sp.</i>	2	1,5	nd	6,7 z	R
Halictidae-Augochlorini					
<i>Augochloropsis electra</i> (Smith, 1853)	2	1,5	nd	6,7 z	R
<i>Augochloropsis notophos</i> (Vachal, 1903)	32	23,9	d	70,0 x	C
<i>Augochloropsis rotalis</i> (Vachal, 1903)	1	0,7	nd	3,3 z	R
<i>Augochloropsis cf. sparsilis</i> (Vachal, 1903)	1	0,7	nd	3,3 z	R
<i>Augochloropsis sp1</i>	4	3,0	nd	13,3 z	R
<i>Augochloropsis sp2</i>	2	1,5	nd	6,7 z	R
<i>Augochloropsis sp3</i>	3	2,2	nd	10,0 z	R
<i>Augochloropsis sp4</i>	6	4,5	nd	16,7 z	R
TOTAL	134				

A abundância relativa total de cada espécie de abelha coletora de óleo amostrada nos dois anos de estudo está plotada na figura 7.

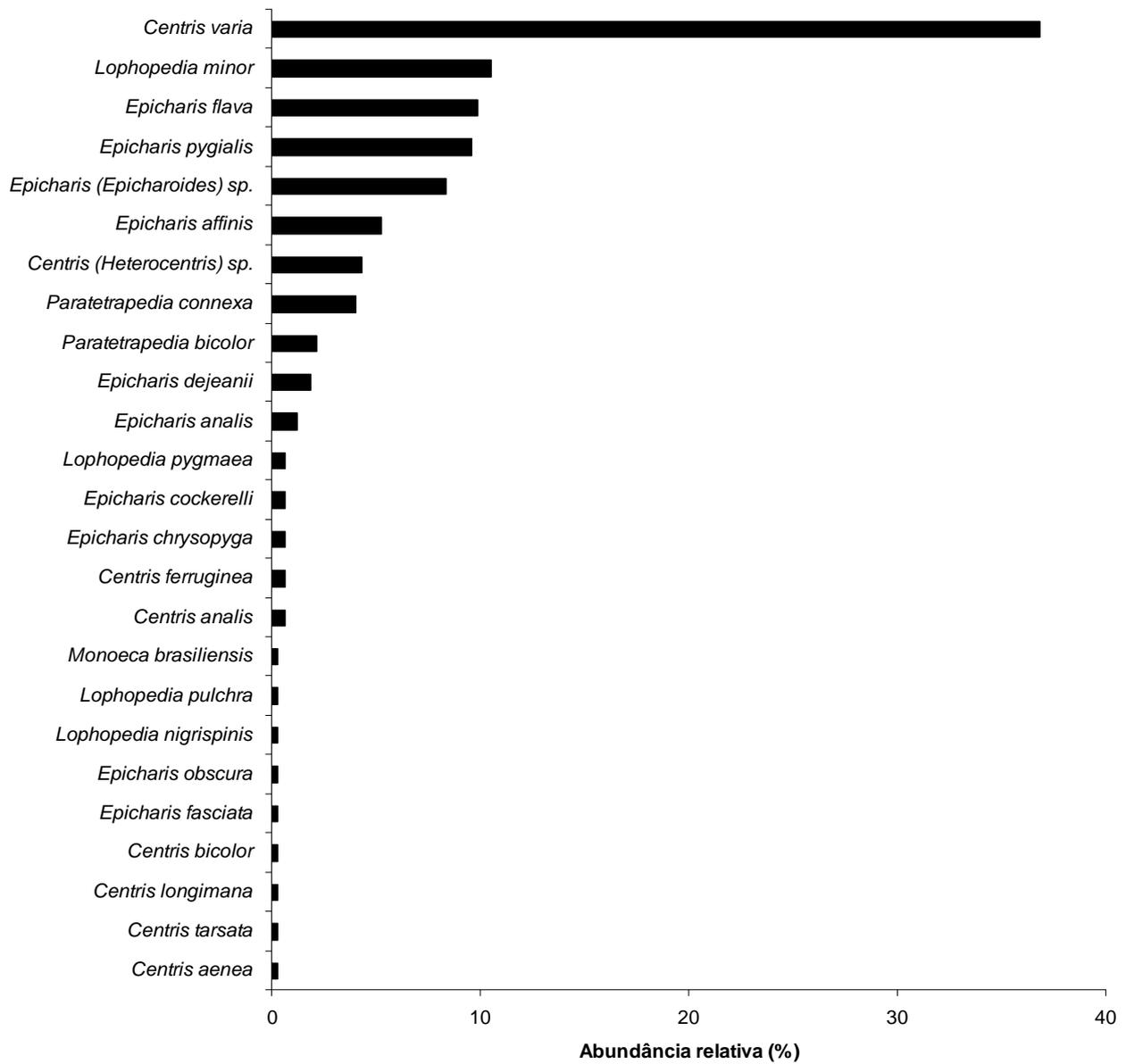


Figura 7 - Ranqueamento das espécies de abelhas coletoras de óleos florais, em função da abundância relativa, amostradas nas flores de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) entre novembro e dezembro de 2008 e 2009 na Reserva Biológica União-RJ.

A diversidade das abelhas coletoras de óleos associadas à *B. sericea* ($H'=2,22$) não diferiu estatisticamente das não coletoras de óleo ($H'=2,06$) ($t = 1,39$; $gl = 24$; $p>0,05$) e a uniformidade na distribuição das abundâncias de cada guilda foi menor para abelhas coletoras de óleo em relação às não coletoras deste recurso ($J=0,69$ e $0,73$, respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros da guilda de abelhas coletoras de óleos e de não coletoras amostradas nas flores de *Byrsonima sericea* na REBIO União entre novembro e dezembro de 2008 e 2009. Letras iguais indicam semelhança estatística, segundo teste T de Shannon.

Atributos	Abelhas coletoras de óleo	Abelhas não coletoras de óleo
Riqueza (S)	25	17
Índice de Shannon (H')	2,22 ^a	2,06 ^a
Uniformidade (J)	0,69	0,73

As frequências médias de abelhas coletoras de óleo sobre as flores de *B. sericea* estão ilustradas na figura 8. A partir do início das amostragens, às 6h, a frequência média de visitantes desta guilda já era alta nas flores e o pico de maior frequência ocorreu entre 9 e 10h. Após este intervalo, houve redução na frequência dos visitantes que foi encerrada a partir das 15h (Fig. 8).

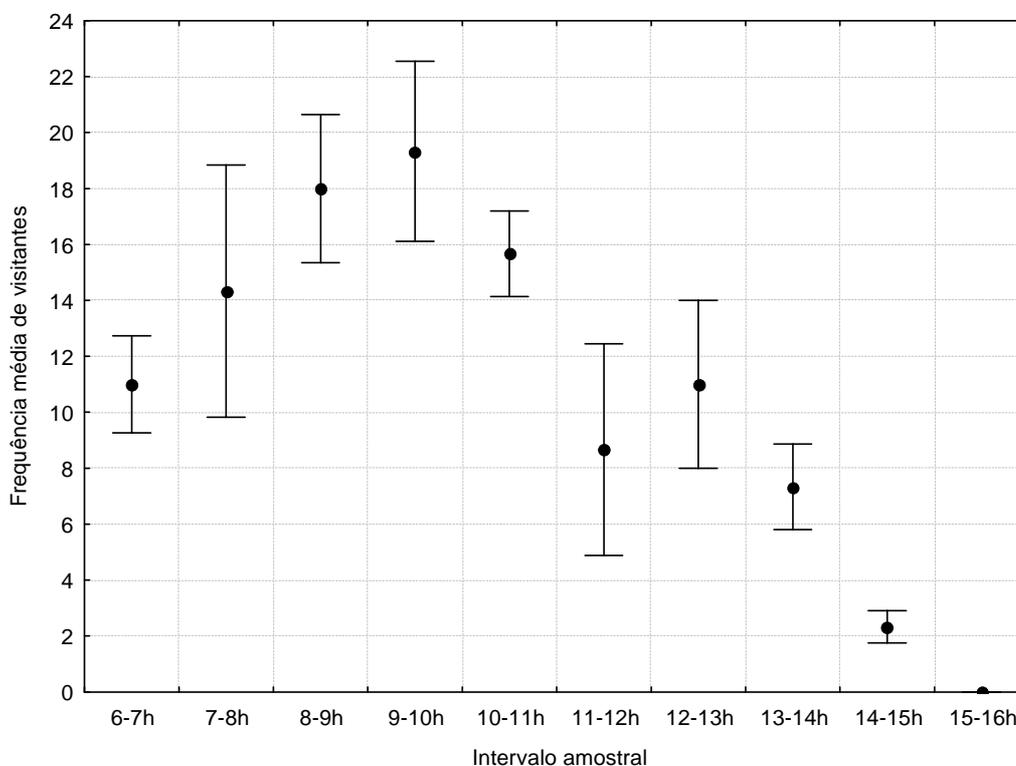


Figura 8 - Frequência média e desvio-padrão do número de indivíduos de abelhas coletoras de óleos visitantes de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) entre novembro e dezembro de 2008 e 2009 na Reserva Biológica União-RJ.

A curva acumulada de espécies de abelhas coletoras de óleos amostradas sobre as flores de *B. sericea* e as estimativas de riqueza estão reunidas na figura 9 e tabela 3, respectivamente. O perfil da curva de acumulação de espécies apresentou caráter ascendente e a riqueza de espécies amostrada correspondeu a 66% e 74% das estimativas fornecidas pelos estimadores Jackknife-2 e Jackknife-1 (Tabela 3), respectivamente.

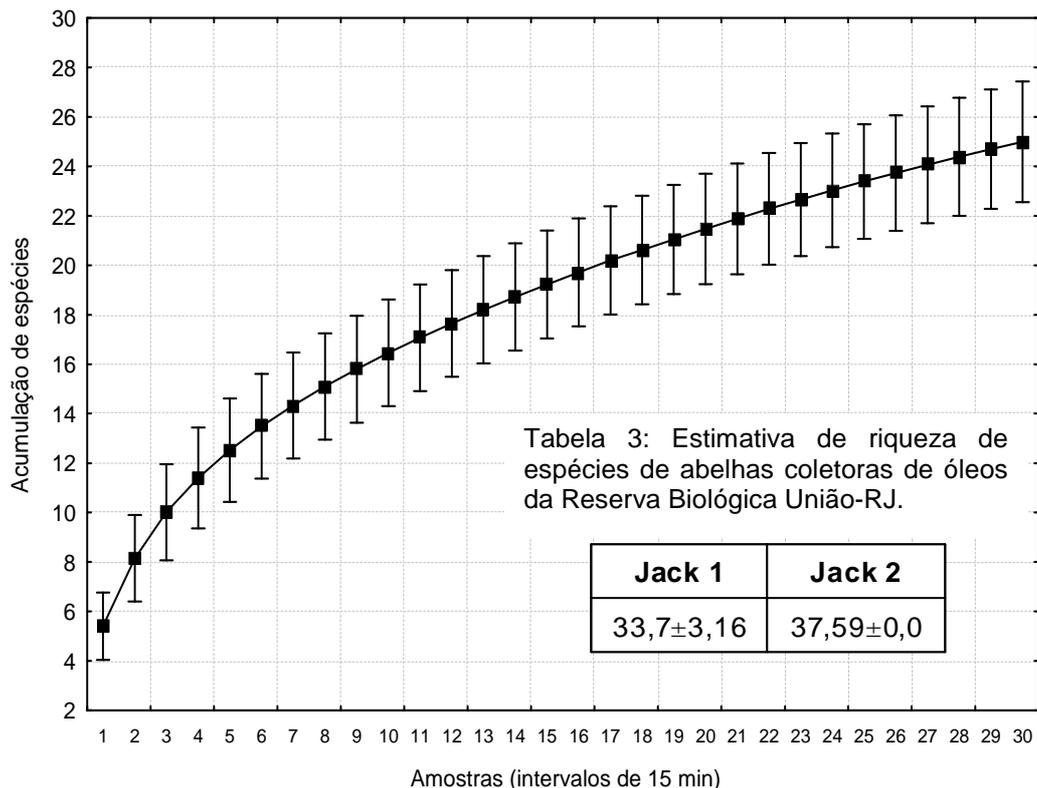


Figura 9 - Número médio acumulado, com respectivos desvios, de espécies de abelhas coletoras de óleos florais por amostra realizada nas flores de *Byrsonima sericea* entre novembro e dezembro de 2008 e 2009 na Reserva Biológica União-RJ.

5. DISCUSSÃO

O padrão fenológico de floração encontrado para *B. sericea* neste estudo foi também observado por Silva (1990) e Teixeira & Machado (2000) em fragmentos de floresta atlântica em Pernambuco, por Costa *et al.* (2006) em dunas litorâneas em Salvador e por Dunley *et al.* (2009) em área de restinga no Rio de Janeiro, principalmente no que se refere ao período de pico de floração da espécie concentrado no mês de dezembro. Baseado na classificação de Newstrom *et al.* (1994), *B. sericea* apresentou ciclo de floração anual na REBIO União, sendo coincidente com a estação chuvosa na área. De modo geral, a ocorrência de grande número de espécies de abelhas coletoras de óleos florais, durante estação chuvosa, é um padrão que também foi verificado em importantes estudos realizados em outros ecossistemas como cerrado (Pedro, 1994) e floresta atlântica do Rio Grande do Sul (Alves-dos-Santos, 1999). Este é um período coincidente com o pico de floração das plantas atrativas às espécies desta guilda.

A tribo Centridini foi a mais representativa em número de espécies e abundância de indivíduos atraídos às flores de *B. sericea* na REBIO União e este resultado também foi verificado em outros ecossistemas nos estudos de interação realizados entre visitantes florais e *B. sericea* (Silva, 1990; Teixeira & Machado, 2000; Ramalho & Silva, 2002; Costa *et al.*, 2006; Rosa & Ramalho, 2007, Dunley *et al.*, 2009). Segundo Vogel (1990), espécies de Malpighiaceae e Centridini apresentam estreita relação mutualística sendo considerada de caráter co-evolutivo baseado em evidências morfológicas e geográficas. No caso particular de *B. sericea*, Ramalho & Silva (2002) consideraram a relação *Byrsonima*-Centridini ecologicamente estreita (muito frequente e previsível no tempo) e preferencial (outros visitantes são frequentemente menos numerosos), em estudo realizado em área de restinga em Salvador. A alta frequência de ocorrência de espécies de Centridini nas flores de *B. sericea* verificada neste estudo corroboram a condição preferencial da relação apontada por Ramalho & Silva (2002).

A relação entre abelhas Centridini e distintas espécies de plantas fontes de óleo está associada à morfologia variada das estruturas de coleta deste recurso na tribo (vide Introdução Geral). Há registros na literatura de espécies de *Centris* em flores de Malpighiaceae, Iridaceae, Krameriaceae e Scrophulariaceae (Vogel, 1974; Simpson *et al.*, 1977, 1990; Sazima & Sazima, 1989; Vogel & Machado, 1991; Pedro, 1994; Vinson *et al.*, 1997, Gimenes & Lobão, 2006). Por outro lado, espécies de *Epicharis* estão associadas à coleta de óleo em flores de Malpighiaceae (Buchmann, 1987; Vogel, 1988; Gaglianone, 2001, 2005a). Segundo Vogel (1990), as abelhas Centridini são os principais

polinizadores das Malpighiaceae do Novo Mundo e este parece ser o caso de *Byrsonima sericea* na REBIO União.

Dentre as espécies de abelhas coletoras de óleos mais abundantes neste estudo, três apresentam ampla distribuição geográfica. No caso de *Centris varia*, sua distribuição abrange a região neártica (México) e neotropical (Moure *et al.*, 2008). Especificamente no Brasil, esta espécie foi registrada em áreas de floresta atlântica e cerrado no estado de São Paulo (Gaglianone *et al.*, no prelo) e Minas Gerais (Vilhena & Augusto, 2007). A segunda espécie coletora de óleos florais mais abundante – *Lophopedia minor* – tem ocorrência registrada desde a Bolívia, passando por vários estados brasileiros, além de Peru e Trinidad e Tobago (Aguiar, 2009). *Epicharis flava* também possui distribuição neotropical e há registro de ocorrência em vários estados brasileiros (Moure *et al.*, 2008). Para as outras espécies amostradas na REBIO União, *Centris ferruginea*, *Epicharis pygialis* e *Epicharis obscura* parecem ter preferência por áreas florestadas (Gaglianone *et al.*, no prelo). A distribuição geográfica de *E. obscura* está relacionada à Floresta Atlântica (Moure *et al.*, 2008), enquanto que para *E. pygialis* há registros para a Floresta Amazônica e Floresta Atlântica (Gaglianone, 2001). Estes dados demonstram que a guilda de abelhas coletoras de óleos na REBIO União apresenta espécies comuns a outros ecossistemas e regiões biogeográficas.

Quanto aos hábitos de nidificação das espécies verificadas neste estudo, grande parte delas nidifica no solo, como as espécies de *Centris* (*Centris*), *C. (Trachina)* (Coville *et al.*, 1983) e espécies do gênero *Epicharis* (Gaglianone, 2005b). A nidificação em cavidades pré-existentes foi registrada para *C. (Hemisiella)* e *C. (Heterocentris)* (Pereira *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000), e em orifícios em madeira para *C. (Xanthemisia)* (Silveira *et al.*, 2002). Dentre os Tapinotaspidini, as espécies do gênero *Paratetrapedia* e *Monoeca* foram registradas coletando óleo em Malpighiaceae (Sazima & Sazima, 1989; Sigrist & Sazima, 2004) e nidificam, respectivamente, em orifícios pré-existentes em madeira (Camillo *et al.*, 1993; Aguiar *et al.*, 2004) e no solo (Rozen *et al.*, 2006). Informações quanto à relação entre espécies de *Lophopedia* e plantas secretoras de óleos são escassas com poucos registros na literatura além deste estudo (Albuquerque & Rêgo, 1989; Rêgo & Albuquerque, 1989; Sazima & Sazima, 1989). As espécies deste gênero constroem os ninhos de forma semelhante à *Paratetrapedia* (Aguiar, 2009).

O registro de maior atividade da guilda nas flores de *B. sericea* na REBIO União, principalmente no período da manhã, também foi o padrão encontrado em outros estudos realizados com esta espécie em diversos ecossistemas (Silva, 1990, Teixeira & Machado, 2000, Ramalho & Silva, 2002, Costa *et al.*, 2006, Rosa & Ramalho, 2007, Dunley *et al.*,

2009).

Dentre os visitantes florais de *B. sericea*, as abelhas coletoras de óleos foram as mais frequentes e apresentaram maior riqueza comparativamente às abelhas não coletoras deste recurso, embora os valores de diversidade de Shannon entre estas guildas não tenham diferido estatisticamente. Porém, o porte corporal e o comportamento de coleta dos recursos (óleo e pólen) nas flores de *B. sericea*, permitindo o contato com as estruturas reprodutivas, não deixam dúvidas da importância das abelhas coletoras de óleos como polinizadores efetivos desta espécie. As abelhas não coletoras de óleos possuem tamanho corporal menor e buscam somente pólen nas flores de *B. sericea* (Pedro, 1994; Teixeira & Machado, 2000). Dentre estas, foram mais frequentes em *B. sericea* as espécies da tribo Augochlorini que coletam pólen por vibração diretamente nas anteras, sem tocar o estigma, e Meliponina que são consideradas oportunistas, pois realizam a catação de pólen residual que cai sobre as pétalas ou o raspam diretamente na antera. A espécie mais freqüente de Meliponina, *Trigona braueri*, tem comportamento eussocial e recrutamento nas atividades de forrageio, como todas as abelhas sem ferrão (Michener, 2000). Estas características, associadas à presença de ninhos exatamente no local de estudo (Gaglianone, M.C., informação pessoal), contribuiu para a alta frequência de indivíduos encontrada nas flores de *B. sericea*. A distribuição geográfica de *T. braueri* abrange o estado da Bahia até o Paraná (Moure *et al.*, 2008), sendo que no Rio de Janeiro esta espécie tem sido encontrada somente em floresta ombrófila (Barreto, 2008). O fato de Meliponina apresentar comportamento eussocial (Michener, 2000) e de várias espécies de Augochlorini também apresentarem certo grau de socialidade (Michener & Lange, 1959) podem explicar o fato de ter sido registrado menor número de espécies raras destas tribos comparado à guilda das abelhas coletoras de óleo, que apresentam hábito solitário (Alves-dos-Santos, *et al.*, 2007).

A curva de acumulação de espécies não atingiu a assíntota e as estimativas para riqueza indicaram que o número de espécies de abelhas coletoras de óleos na REBIO União pode ser maior do que o amostrado. Este resultado pode ter ocorrido devido à realização da amostragem somente no pico de floração, pois espécies com atividade mais restrita estariam ocorrendo ocasionalmente (no início e/ou no final da floração), como também pode ter sido reflexo de variação interanual entre os componentes da guilda. Como as amostragens foram realizadas em dois anos, modificações na estrutura da guilda podem ter ocorrido de um ano para o outro, como baixa abundância da sua população no local ou atração a recursos específicos em um período restrito entre os anos. Como exemplo, tem-se *C. aenea*, *C. tarsata*, *C. longimana*, *C. bicolor*, *E. obscura*,

E. fasciata, *L. nigrispinis*, *L. pulchra* e *M. brasiliensis* que só foram amostradas em um dos anos estudados.

Entretanto, a riqueza de visitantes amostrada revela a importância de *B. sericea* como espécie focal para a atração de abelhas especialistas na coleta de óleos florais e importantes polinizadores de várias espécies de plantas nativas e cultivadas. A riqueza de visitantes florais associados à *B. sericea* verificada no presente estudo foi superior à registrada em estudos realizados em outros ecossistemas no Brasil (Tabela 4). A guilda de abelhas coletoras de óleos registrada na REBIO União particularmente revelou-se bastante rica e diversa, sendo composta por elevado número de espécies raras. Este resultado sugere que esta guilda seja um importante componente da fauna de abelhas na REBIO União.

Tabela 4 – Riqueza total de espécies de abelhas coletoras de óleo amostradas sobre as flores de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae) em estudos realizados em outros ecossistemas no Brasil.

Referência	Ecossistema	Esforço amostral	Riqueza total de spp	Riqueza de spp col. óleo
Teixeira & Machado, 2000	Floresta Atlântica estacional perenifólia	?	21	19
Ramalho & Silva, 2002	Restinga	12h	23	17
Costa <i>et al.</i> , 2006	Duna litorânea	27h	11	10
Rosa & Ramalho, 2007	Floresta Atlântica tropical pluvial	16h	?	10
Dunley <i>et al.</i> , 2009	Restinga	16h	5	4
Este estudo	Floresta Atlântica ombrófila submontana	68h	42	25

Dentre as espécies constantes amostradas na REBIO União, *Centris varia* e *Epicharis flava* também foram apontadas por Teixeira & Machado (2000) como uma das mais abundantes em fragmento de floresta atlântica em Pernambuco. Estudos com Centridini na região norte do estado do Rio de Janeiro registraram 13 espécies desta tribo em *B. sericea* em área de floresta estacional semidecidual e 6 espécies em área de restinga (Gaglianone, 2006). Os resultados apresentados neste estudo revelaram a ocorrência de 18 espécies de Centridini na REBIO União, sendo a maior riqueza encontrada nos ecossistemas estudados no norte do Rio de Janeiro.

6. CONCLUSÕES

- A guilda de abelhas coletoras de óleos florais associada à *B. sericea* na REBIO União mostrou-se rica e abundante em relação aos demais visitantes florais de *B. sericea*, sendo composta por elevado número de espécies raras.

- A tribo Centridini foi a mais representativa em termos de riqueza de espécies visitantes florais de *B. sericea* na REBIO União, tendo sido registradas 18 espécies desta tribo. Esta riqueza foi a maior comparada a outros ecossistemas estudados no norte do Rio de Janeiro.

- A riqueza de visitantes florais associados à *B. sericea* verificada no presente estudo foi também superior à registrada em estudos realizados em outros ecossistemas no Brasil.

- Este estudo revelou a importância de *B. sericea* como espécie focal para a atração de abelhas especialistas na coleta de óleos florais e importantes polinizadores de várias espécies de plantas nativas e cultivadas.

- De modo geral, verificou-se a importância de áreas com sub-bosque de floresta atlântica em regeneração em meio a plantios de eucalipto dentro da REBIO União, como locais de forrageio para abelhas especialistas na coleta de óleos florais e que são altamente dependentes dos recursos encontrados nestes ambientes para manterem o seu sucesso reprodutivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.J.C. 2009. Taxonomic review of the bee genus *Lophopedia* (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). *Zootaxa*, 2193: 1-52.
- Aguiar, C.M.L. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 457-467.
- Aguiar, C.M.L.; Almeida, G.F. 2002. Atividade diária de coleta de óleo por espécies de *Centris* (Hymenoptera: Apidae) em *Mcvaughia bahiana* (Malpighiaceae) na caatinga, *Acta Biologica Leopoldensia*, 24 (2):131-140.
- Aguiar, C.M.L.; Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (3): 477-486.
- Aguiar, W.M.; Gaglianone, M.C. 2008. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52 (2): 277-282.
- Albuquerque, P.M.C.; Rêgo, M.M.C. 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Zoologia*, 5: 163-178.
- Alves-dos-Santos, I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 43(3/4): 191-223.
- Alves-dos-Santos, I.; Machado, I.C.; Gaglianone, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, 11 (4): 544-557.
- Alves-dos-Santos, I.; Melo, G.A.R.; Rozen, J.G. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). *American Museum Novitates*, 3377: 1-45.
- Barreto, M.M. 2008. Comunidades de abelhas Meliponina (Hymenoptera; Apidae) e o conhecimento popular sobre as abelhas sem ferrão no Norte-Noroeste Fluminense. Monografia. Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 69p.
- Barros, M.A.G. 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Biologia*, 57 (2): 343-353.
- Benevides, C.R.; M.C. Gaglianone; M. Hoffman, 2009. Visitantes Florais do Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg, Passifloraceae) em Áreas de Cultivo

- Próximas a Fragmentos Florestais na Região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53: 415-421.
- Benezar, R.M.C.; Pessoni, L.A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amazonica*, 36(2): 159-168.
- Bezerra, E.S.; Lopes, A.V.; Machado, I.C. 2009. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 32 (1): 95-108.
- Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 18: 343-369.
- Buschini, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie*, 37:58-66.
- Camillo, E.; Garófalo, C.A.; Serrano, J.C. 1993. Hábitos de nidificação de *Melitoma segmentaria*, *Centris collaris*, *Centris fuscata* e *Paratetrapedia gigantea* (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 37(1): 145-156.
- Cane, J.H.; Eickwort, G.C.; Wesley, F.R.; Spielholz, J. 1983. Foraging, grooming and mating behaviour of *Macropis nuda* (Hymenoptera, Melittidae) and use of *Lysimachia ciliata* (Primulaceae) oils in larval provisions and cell linings. *The American Naturalist*, 110: 257-264.
- Cocucci, A.A.; Sérsic, A.; Roig-Alsina, A. 2000. Oil-collecting structures in Tapinotaspidini: their diversity, function and probable origin. *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, 90:51-74.
- Coelho, B. W. T. 2002. The biology of the primitively eusocial *Augochloropsis iris* (Schrottky, 1902) (Hymenoptera, Halictidae). *Insectes Sociaux*, 49:181–190.
- Costa, C.B.N.; Costa, J.A.S.; Ramalho, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(1): 103-114.
- Coville, R.E.; Frankie, G.W.; Vinson, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56(2): 109-122.
- Dunley, B.S.; Freitas, L; Galetto, L. 2009. Reproduction of *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) in restinga fragmented habitats in Southeastern Brazil. *Biotropica*, 2(2): 1-8.
- Evaristo, V.T. 2008. Dinâmica da comunidade e das principais populações arbustivo-arbóreas de mata atlântica em plantios abandonados de eucalipto *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. Dissertação. Pós-Graduação em

- Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 158pp.
- Freitas, B.M.; Pereira, J.O.P. 2004. Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination. Editora Imprensa Universitária, UFCE, Fortaleza, 285pp.
- Freitas, B.M.; C.F. Martins; C. Schlindwein; D. Wittmann; I. Alves-dos-Santos; J. Cane; M.F. Ribeiro; M.C. Gaglianone, 2006. Bee management for pollination purposes – Bumble bees and solitary bees. *In: Imperatriz-Fonseca et al. (org.)*, p.53-62. Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices. Holos Editora, 96 pp.
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba*, 24: 422-423.
- Gaglianone, M.C. 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de cerrado. *Anais do Encontro Sobre Abelhas*, 4: 246-252.
- Gaglianone, M.C. 2001. Bionomia de *Epicharis*, associações com Malpighiaceae e uma análise filogenética e biogeográfica das espécies dos subgêneros *Epicharis* e *Epicharana* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto (SP).
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antonio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. pp 279-284. *In: G.A.R. Melo & I. Alves dos Santos, (orgs.)*, Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESCO, Criciúma, 320pp.
- Gaglianone, M.C. 2005a. Abelhas coletoras de óleos e flores de Malpighiaceae. Cap.18. *In V.R. Pivello & E.M. Varanda (org.)*, O Cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia e Conservação. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Gaglianone, M.C. 2005b. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. *Studies on Neotropica Fauna and Environment*, 40(3): 191-200.
- Gaglianone, M.C. 2006. Centridini em remanescentes de Mata Atlântica: diversidade e interações com flores. *In: Anais do VII Encontro sobre Abelhas*, pp: 335-340.
- Gaglianone, M.C.; Aguiar, A.C.; Vivallo, F. & Alves-dos-Santos, I. Checklist das abelhas coletoras de óleos do estado de São Paulo (Hymenoptera: Apidae). *Biota Neotropica* (no prelo).

- Gi­me­nes, M., Lobão, C. S. 2006. A polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por abelhas (Apidae) na restinga, BA. *Neotropical Entomology*, 35: 440-445.
- Gi­me­nes, M.; Olivei­ra, P.; Almei­da, G.F. 2002. Estudo das interações entre as abelhas e as flores em um ecossistema de restinga na Bahia. *Anais do Encontro sobre Abelhas*, 5: 117-121.
- Hawkins, C.P.; MacMahon, J.A. 1989. Guilds: the multiple meanings of a concept. *Annual Review of Entomology*, 34: 423-451.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2007. Plano de Recuperação dos Eucaliptais da Reserva Biológica União. Reserva Biológica União, Rio das Ostras, 141p.
- Jesus, B.M.V.; Garófalo, C.A. 2000. Nesting behavior of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31: 503-515.
- Joem, A.; Lawlor, L.R. 1980. Food and microhabitat utilization by grasshoppers from arid grasslands: comparisons with neutral models. *Ecology*, 61: 591-599.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Publishers, NY. 654p.
- Mabberley, D.J. 1993. *The plant-book. A portable dictionary of the higher plants*. Cambridge University press. 4ª ed. New York.
- Machado, I.C. 2002. Flores de óleo e abelhas coletoras de óleo floral: conceitos, distribuição e revisão. *Anais do Encontro sobre Abelhas*, 5: 129-135.
- Machado, I.C. 2004. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case of plants occurring in NE Brazil, *In: Freitas, B. M. (org.) Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*, 285pp.
- Margalef, R. 1989. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951 p.
- Magurran, A.E. 2003. *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Publishing, Oxford, 256pp.
- Melo, G. A. R.; Gaglianone, M. C. 2005. Females of *Tapinotaspidoides*, a genus in the oil-collecting bee tribe Tapinotaspidini, collect secretions from non-floral trichomes (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 49 (1): 167-168.
- Menezes, G. B.; Gaglianone, M. C. 2007. Efeito de pilhadores de néctar na polinização de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) Schum (Bignoniaceae) em remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro. *In: Anais do 12º Encontro de Iniciação Científica, Campos dos Goytacazes-RJ*.

- Michener, C.D.; Lange, R.B. 1959. Observations on the behavior of Brazilian halictid bees (Hymenoptera, Apoidea) IV. Augochloropsis, with notes on extralimital forms. American Museum Novitates, 1294: 1-41.
- Michener, C.D. 2000. The bees of the world, Johns Hopkins University Press, Baltimore & London, 913pp.
- Moure, J. S.; G.A.R. Melo; F. Vivallo, 2008. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In: Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>.
- Newstrom, L. E.; Frankie, G. W.; Baker, H. G. 1994. A new classification for phenology based on flowering patterns in lowland Tropical rain forest trees at la selva, Costa Rica. Biotropica, 26: 141-159.
- Neff, J.L.; Simpson, B.B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae: morphology, function and use in systematics. Journal of the Kansas Entomological Society; 54: 95-123.
- Odum, E.P. 2001. Fundamentos de Ecologia, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 6ª ed, 927 pp.
- Oliveira, R.; Schlindwein, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). Journal of Economic Entomology, 102 (1): 265-273.
- Pedro, S.R.M. 1994. Interação entre abelhas e flores em uma área de cerrado no NE do estado de São Paulo: abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). Anais do I Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto-SP, 243:255.
- Pereira, M.; Garófalo, C.A.; Camillo, E.; Serrano, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lep. in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini) Apidologie, 30: 327-338.
- Pollato, L.P.; Alves-Junior, V.V. 2008. Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). Neotropical Entomology, 37 (4): 389-398.
- Ramalho, M.; Silva, M. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. Sitientibus Série Ciências Biológicas, 2: 34-43.
- Rêgo, M.M.C.; Albuquerque, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia 5: 179-193.
- Renner, S.S.; Schaefer, H. 2010. The evolution and loss of oil-offering flowers: new

- insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. *Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences*, 265: 423-435.
- Ribeiro, E.K.M.D.; Rêgo, M.M.C.; Machado, I.C.S. 2008. *Acta Botanica Brasilica*, 22 (1): 165-171.
- Rodrigues, L.F.M. 2002. *Biologia floral e sistema de reprodução de Byrsonima sericea DC. (Malpighiaceae)*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica). Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). 82pp.
- Roig-Alsina, A. 1997. A generic study of the bees of the tribe Tapinotaspidini, with notes on the evolution of their oil-collecting structures. *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, 87: 3-21.
- Root, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37:317-50.
- Rosa, J.F.; Ramalho, M. 2007. Sucesso reprodutivo de *Byrsonima sericea DC. (Malpighiaceae)* e diversidade de abelhas Centridini (Apidae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(1) 168-170.
- Rozen, J.G., Melo, G.A.R., Aguiar, A.J.C.; Alves-dos-Santos, I. 2006. Nesting biologies and immature stages of the tapinotaspidine bee genera *Monoeca* and *Lanthanomelissa* and of their osirine cleptoparasites *Protosiris* and *Parepeolus* (Hymenoptera: Apidae: Apinae). *American Museum Novitates*, 3501: 1-66.
- Sazima, M.; Sazima, I. 1989. Oil-gathering bees visit flower of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. *Botanica Acta*, 102: 106-111.
- Sigrist, M.R.; Sazima, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of Neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. *Annals of Botany*, 94: 33-41.
- Silva, S.I. 1990. *Floração e frutificação de duas variedades de Byrsonima sericea D,C*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 92p.
- Silveira, F.A.; Melo, G.A.R.; Almeida, E.A.B. 2002. *Abelhas Brasileiras - Sistemática de Identificação*. Edição do autor. Belo Horizonte. 253pp.
- Simberloff, D.; Dayan, T. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 22: 115-143.
- Simpson, B.B.; Neff, J.L.; Seigler, D. 1977. *Krameria*, free fatty acids and oil-collecting bees. *Nature*, 267: 150-151.
- Simpson B.B.; Neff, J. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322.

- Simpson, B.B.; Neff, J.L.; Seigler, D.S. 1983. Floral biology and floral rewards of *Lysimachia* (Primulaceae). *The American Naturalist*, 110: 249-256.
- Simpson, B.B.; Neff, J.L.; Dieringer, G. 1990. The production of floral oils by *Monttea* (Scrophulariaceae) and the function of tarsal pads in *Centris* bees. *Plant Systematics and Evolution*, 173: 209-222.
- Snelling, R.R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of American Centridini bees (Hymenoptera: Anthophoridae). *Contributions in Science*, 347: 1-69.
- Teixeira, L.A.G.; Machado, I.C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae), *Acta Botanica Brasílica*, 15: 1-12.
- Vilhena, A.M.G.F.; Augusto, S.C. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. *Bioscience Journal*, 23 (1): 14-23.
- Vilhena, A.M.G.F. 2009. Polinizadores da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC. Malpighiaceae em área de cerrado no Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, nicho trófico, conservação e manejo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, 72p.
- Vinson, S.B.; Williams, H.J.; Frankie, G.W.; Shrum, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera, Apidae). *Biotropica*, 29 (1): 76-83.
- Vogel, S. 1988. Die Ölblumensymbiosen – Parallelismus und andere Aspekte ihrer Entwicklung in Raum und Zeit. *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 26: 341-362.
- Vogel, S. 1969. Flowers offering fatty oil instead of nectar, *In: XI Proceedings of Botanic Congress, Abstracts, Seattle*, pp: 229.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*, 7: 285-547.
- Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 55: 130-142.
- Vogel, S.; Machado, I.C.S. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, 178: 153-178.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science*, 147 (3655): 250-260.

CAPÍTULO II

Nidificação de abelhas coletoras de óleos florais em ninhos-armadilha e utilização de fontes polínicas em áreas de floresta atlântica e em plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ

RESUMO

As abelhas coletoras de óleos florais pertencem a três tribos na região Neotropical: Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini, sendo polinizadoras de espécies vegetais nativas e cultivadas. As fêmeas apresentam diversos hábitos de nidificação e algumas espécies utilizam cavidades do tipo ninho-armadilha. Este estudo objetivou obter dados sobre a guilda de abelhas coletoras de óleos que utilizam ninhos-armadilha na Reserva Biológica União-RJ (REBIO União), avaliando aspectos da ecologia de nidificação e as fontes polínicas utilizadas por estas espécies. Ninhos-armadilha de bambu e tubos de cartolina (n=1440 mensais) foram disponibilizados em 12 sítios em áreas com floresta atlântica em estágio intermediário a avançado de regeneração e com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na REBIO União. Os ninhos-armadilha foram vistoriados mensalmente entre março/2008 e outubro/2009. Foram registrados 1200 ninhos-armadilha ocupados por abelhas e vespas ao longo de 19 meses de estudo. Deste total, 130 foram utilizadas por abelhas coletoras de óleos durante o período de estudo. O percentual máximo de ocupação mensal das cavidades pelas abelhas coletoras de óleos foi de 1,8%. Estas abelhas ocuparam maior número de ninhos-armadilha na área com eucalipto do que na área com floresta atlântica. As espécies que nidificaram nos ninhos-armadilha foram: *Tetrapedia diversipes*, *Centris (Hemisiella) tarsata*, *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) sp.* Dos 130 ninhos-armadilha ocupados, emergiram 303 indivíduos em 73% deles, sendo o número de machos superior ao de fêmeas, com exceção de *C. analis*. As nidificações ocorreram com maior frequência nos ninhos-armadilha de cartolina com diâmetros entre 6mm e 8mm. A análise polínica do alimento larval encontrado nos ninhos das espécies coletoras de óleos mais abundantes neste estudo (*T. diversipes* e *Centris (H.) sp.*) revelou a utilização de 27 tipos polínicos nas amostras de *T. diversipes* e de 19 tipos nas amostras de *Centris (H.) sp.* O tipo polínico mais frequente nos ninhos de *T. diversipes* foi *Dalechampia sp.* durante estação chuvosa nos dois habitats estudados. Nas amostras de *C. (H.) sp.* obtidas neste período, os tipos *Heteropterys* e *Banisteriopsis* foram os mais frequentes. Foi observada alta similaridade no uso de recursos florais entre as áreas por *T. diversipes*, durante estação chuvosa, enquanto a similaridade foi baixa para *Centris (H.) sp.* no mesmo período. Este resultado sugere maior seletividade de *T. diversipes* na coleta de recursos florais. De modo geral, os resultados revelaram preferências diferenciadas dos recursos alimentares por *T. diversipes* e *Centris (H.) sp.*, permitindo a co-existência destas espécies como as mais abundantes na guilda de abelhas coletoras de óleos que nidificam em ninhos-armadilha na área de estudo.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os grupos animais, os insetos têm sido frequentemente utilizados nos estudos que avaliam os efeitos da perda do habitat e que também consideram ambientes alterados e em regeneração (Tscharrntke, 1992; Batra, 1995; Frankie *et al.*, 1998; Kevan, 1999; Didham *et al.*, 1996, Stefan-Dewenter, 2003). Nestas investigações, atenção tem sido dada aos grupos de insetos com importância chave para o funcionamento dos ecossistemas, como os predadores, parasitas e polinizadores (Ehrlich *et al.*, 1980; Broer, 1981; Souza e Brown, 1994; Didhan *et al.*, 1996; Stefan-Dewenter & Tscharrntke, 2002).

Vespas e abelhas são componentes importantes das comunidades, podendo ser muito sensíveis aos efeitos de perturbações ambientais (Morato & Campos, 2000). Alguns grupos de vespas solitárias atuam como predadores de um grande número de insetos e aranhas, desempenhando importante papel no controle biológico destas populações (Camillo & Brescovit, 1999). As abelhas, de um modo geral, atuam como importantes polinizadores de várias espécies de plantas nativas e cultivadas, ao visitarem suas flores para a obtenção de recursos (Waddington, 1983). Dentre as espécies de abelhas polinizadoras, as especializadas na coleta de óleos florais compõem importante guilda de polinizadores que se associa a grupos específicos de plantas em diversos ecossistemas estudados como cerrado, restinga, caatinga e floresta semidecídua (Pedro, 1994; Teixeira & Machado, 2000; Aguiar & Almeida, 2002; Gaglianone, 2003; Sigrist & Sazima, 2004; Gaglianone, 2006).

As abelhas especializadas na coleta de óleos florais representam mais de 400 espécies (Gaglianone *et al.*, no prelo). Na região Neotropical, estas se distribuem em três tribos exclusivas das Américas: Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). A tribo Centridini apresenta o maior número de espécies descritas, reunindo mais de 170 nos dois gêneros considerados, *Centris* e *Epicharis* (Michener, 2000). A tribo Tapinotaspidini é composta por 12 gêneros com distribuição Neotropical (Aguiar & Melo, 2006) e Tetrapediini é uma tribo que possui apenas dois gêneros: *Tetrapedia*, representado por 18 espécies no Brasil (Moure, 1999; Silveira *et al.*, 2002) e *Coelioxoides*, composto apenas por espécies cleptoparasitas de *Tetrapedia* não coletoras de recursos florais (Alves-dos-Santos *et al.*, 2002).

As abelhas coletoras de óleos são solitárias e apresentam diversos hábitos de nidificação. A maioria nidifica no chão, em solos expostos ou cobertos por vegetação, em superfícies planas ou em barrancos (Coville *et al.*, 1983; Laroca *et al.*, 1993; Aguiar & Gaglianone, 2003). Fêmeas de algumas espécies das tribos Centridini e Tetrapediini

podem utilizar cavidades pré-existentes como locais de nidificação (Morato *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 1999; Alves-dos-Santos *et al.*, 2002; Camillo, 2005) podendo, dessa forma, serem atraídas a nidificarem em ninhos-armadilha, segundo metodologia proposta por Krombein (1967). Esta metodologia também é utilizada para captura de ninhos de outros táxons, porém ela se mostra eficiente para amostragem de algumas espécies de abelhas coletoras de óleos (Garófalo *et al.*, 1989; Morato, 2000). Várias informações sobre a espécie que nidifica podem ser obtidas com o uso de ninhos-armadilha como biologia de nidificação, materiais utilizados na construção dos ninhos, arquitetura e recursos alimentares fornecidos às larvas (Garófalo, 2000). A análise polínica do alimento larval fornece informações precisas sobre as fontes de recursos visitadas, possibilitando o conhecimento do espectro de plantas utilizadas, assim como a importância destas fontes para as abelhas (Dórea *et al.*, 2010).

No Brasil, observa-se a predominância de espécies de abelhas coletoras de óleos em ninhos-armadilha em diferentes ecossistemas (ver Garófalo *et al.*, 2004), embora ninhos de algumas espécies que compõem o grupo são comumente encontrados em habitats secos e iluminados (Pérez-Maluf, 1993; Silva *et al.*, 2001; Viana *et al.*, 2001). Apesar da ampla distribuição e dominância de algumas espécies de abelhas coletoras de óleos, aspectos da sua nidificação são ainda pouco conhecidos (Morato *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000), principalmente no que se refere à utilização de áreas em regeneração como locais de nidificação e forrageamento. A comparação entre parâmetros da nidificação entre áreas de floresta atlântica em diferentes estágios de regeneração pode indicar preferências e fidelidade a habitats.

Dessa forma, o estudo da guilda de abelhas coletoras de óleos florais, que possui necessidades particulares quanto aos recursos utilizados e que apresenta importância na polinização de diversas espécies vegetais na Mata Atlântica, é um passo importante para gerar contribuições sobre o conhecimento de sua ecologia no ambiente natural. Estas contribuições são imprescindíveis à realização de práticas de manejo destas abelhas para locais de interesse ecológico e econômico.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar a utilização de áreas de floresta atlântica em estágio intermediário a avançado de regeneração e de plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ como locais de residência pela guilda de abelhas coletoras de óleos florais.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Comparar a utilização de plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica e de floresta de floresta atlântica em estágio intermediário a avançado de regeneração como sítios de nidificação pelas abelhas coletoras de óleos florais que nidificam em ninhos-armadilha;
- 2) Identificar padrões sazonais na nidificação das espécies de abelhas coletoras de óleos;
- 3) Analisar as fontes de recursos polínicos utilizados pela guilda de abelhas coletoras de óleo comparativamente entre as áreas de nidificação.

3. METODOLOGIA

3.1 Áreas de estudo

Este estudo foi realizado em área com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica (deste ponto em diante, denominada área com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante) e área de floresta atlântica em estágio intermediário a avançado de regeneração (deste ponto em diante, floresta atlântica secundária) na Reserva Biológica União-RJ (REBIO União) (22°25'35,05"S, 42°01'53,19"W), estado do Rio de Janeiro. A REBIO União possui área de 3126ha, sendo 2400 ha ocupados com vegetação de floresta atlântica do tipo ombrófila densa de terras baixas e ombrófila densa submontana; 215ha correspondem a plantios de eucalipto abandonados desde 1996 que se encontram distribuídos entre a vegetação nativa (IBAMA, 2007). Nestes antigos plantios, as espécies nativas estão em fase de regeneração formando o sub-bosque (Evaristo, 2008). A vegetação predominante é considerada uma das mais bem preservadas da baixada litorânea, apesar de existirem áreas em regeneração que sofreram alteração devido ao histórico de corte seletivo, caça e introdução de espécies exóticas (eucalipto e espécies frutíferas), além da implantação de redes de transmissão de alta tensão e dutos subterrâneos para transporte de materiais combustíveis (IBAMA, 2007). O clima predominante na região é tropical úmido, com temperatura média anual de 24°C e pluviosidade em torno dos 1658 mm/ano, com 75% da pluviosidade concentrada entre os meses de outubro a abril (IBAMA, 2007) (Vide cap. 1 – Fig. 4).

3.2 Utilização das áreas como sítios de nidificação

Foram selecionados doze sítios amostrais na REBIO União (Fig.1): seis localizados em áreas com plantios de eucalipto (E1-E6) com sub-bosque regenerante, e seis em áreas com floresta atlântica secundária (M1-M6).

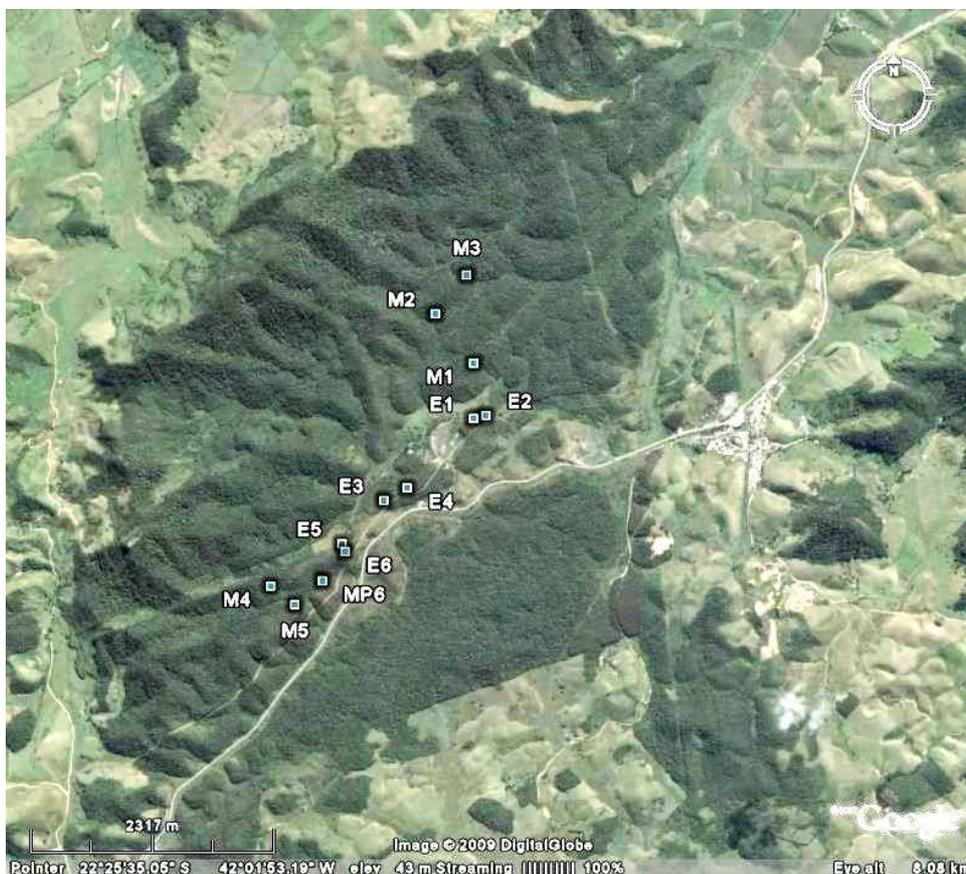


Figura 1 - Localização dos sítios de instalação dos ninhos-armadilha na Reserva Biológica União-RJ. Áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante (E1-E6). Áreas de floresta atlântica secundária (M1-M6).

Em cada sítio, foi instalado o mesmo número de ninhos-armadilha compostos por feixes de bambus de diferentes diâmetros agregados em conjuntos de três unidades e presos em estacas distando aproximadamente 1,5 m do solo (Fig. 2A), além de tubos de cartolina inseridos em uma placa de madeira com cobertura de pvc à mesma distância do solo, com diâmetros variando entre 4 e 15 mm (Fig. 2B). Mensalmente, foram disponibilizados nos sítios amostrais um total de 1440 ninhos-armadilha.



Figura 2 - Ninhos-armadilha em feixes de bambu (A) e tubos de cartolina inseridos em placa de madeira (B) instalados na Reserva Biológica União-RJ.

Os ninhos-armadilha foram vistoriados mensalmente, entre março/2008 e outubro/2009, e aqueles que continham ninhos concluídos foram substituídos por ninhos-armadilha vazios. Os ninhos concluídos foram trazidos ao laboratório, mantidos em temperatura ambiente e vistoriados diariamente quanto às emergências dos adultos. Após a emergência de todos os indivíduos, os ninhos foram abertos e fotografados. Os espécimes-testemunho estão depositados na coleção de Zoologia do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

3.3 Análise polínica

As fontes de recursos utilizadas para provisão larval pelas fêmeas das espécies de abelhas coletoras de óleos florais mais abundantes (*Tetrapedia diversipes* e *Centris (Heterocentris) sp.*) foram investigadas através da análise do conteúdo polínico presente nas células de cria ou nas fezes encontradas no interior dos ninhos-armadilha. O conteúdo polínico encontrado foi retirado e armazenado em frascos plásticos de 1,5 ml (tipo ependorf) contendo ácido acético glacial para ser posteriormente acetolizado. O método da acetólise (Erdtman, 1960) consiste no tratamento químico do grão de pólen, o qual elimina o conteúdo intracelular, a intina (camada interna do grão de pólen e pouco resistente) e as substâncias aderentes aos grãos, mantendo somente a sexina (parte externa, geralmente esculpada da exina) que é própria para os estudos morfológicos dos grãos. Após este processo, foram montadas três lâminas de microscopia óptica do conteúdo polínico encontrado em cada ninho das espécies de abelhas coletoras de óleos mais abundantes - *Tetrapedia diversipes* e *Centris (Heterocentris) sp.* - para proceder às

análises qualitativas e quantitativas. Assim, cada ninho foi considerado uma unidade amostral. Foram analisados 18 ninhos de *T. diversipes* em cada habitat estudado na estação chuvosa (outubro/2008, dezembro/2008 e janeiro/2009) e três ninhos na área de eucalipto com sub-bosque regenerante na estação seca (abril/2009 e junho/2009), totalizando 117 lâminas de grãos de pólen analisadas. Em relação à *Centris (Heterocentris)* sp, foram selecionados 7 ninhos na área de eucalipto com sub-bosque regenerante e 10 ninhos na área de floresta secundária referentes à estação chuvosa para confecção das lâminas, totalizando 51 lâminas de grãos de pólen analisadas.

Mensalmente, foram também coletadas as espécies de plantas encontradas floridas próximas aos sítios de nidificação (num raio de 200m) nas áreas com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante. As exsiccatas das plantas coletadas foram depositadas no Herbário do CBB/UENF. Amostras das anteras dos botões em pré-antese destas plantas foram retiradas e armazenadas em tubos plásticos de 1,5 ml com ácido acético glacial e submetidas à acetólise. Após a acetólise, os grãos foram montados em lâminas de microscópica para a composição de um laminário de referência da área de eucalipto com sub-bosque regenerante. Todas as lâminas foram confeccionadas em gelatina glicerizada de Kisser (Kearns & Inouye 1993), cobertas com lamínulas, seladas com parafina e depositadas no laminário polínico do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Os tipos polínicos encontrados no alimento larval foram submetidos às análises qualitativa e quantitativa. Para a análise qualitativa, foram determinadas as espécies botânicas ou tipos polínicos considerando aspectos morfológicos dos grãos quando comparados com o laminário de referência da área de eucalipto com sub-bosque regenerante e literatura especializada (Salgado-Labouriau 1973; Roubik & Moreno 1991), além de consulta a especialistas (Dr^a Vania Gonçalves Esteves – Museu Nacional do Rio de Janeiro – e Dr^a Esther Margarida Bastos – Fundação Ezequiel Dias de Belo Horizonte). Alguns grãos de pólen foram agrupados em tipos polínicos, que são definidos como um conjunto de grãos com morfologia muito semelhante (Maia *et al.*, 2005), pertencendo ou não ao mesmo gênero.

A análise quantitativa foi efetuada através da contagem de 400 grãos de pólen por lâmina, os quais foram agrupados por gênero ou tipos polínicos. As lamínulas foram divididas em quatro quadrantes, sendo que em cada um foram contados 100 grãos aproximadamente, totalizando no máximo 1200 grãos quantificados por ninho amostrado. Em quadrantes que continham menos de 100 grãos, foi contado o total de grãos contido neles.

3.4 Análise dos Dados

Foram analisados os seguintes dados relativos à guilda de abelhas coletoras de óleos entre as duas áreas de estudo: composição de espécies que nidificam nos ninhos-armadilha, número de ninhos concluídos durante o período amostral, percentual máximo de ocupação mensal das cavidades, ocupação dos diferentes substratos oferecidos (tubos de cartolina e feixes de bambu), tipos de fontes polínicas visitadas e frequência de ocorrência nas amostras.

A sazonalidade de nidificação em ninhos-armadilha das abelhas coletoras de óleos florais foi analisada pelo número de ninhos concluídos mensalmente durante o período amostral e comparada entre as áreas. Verificou-se a existência de relação entre as frequências de nidificação com a precipitação pluviométrica e temperatura através da correlação de Spearman (r_s).

O percentual de ninhos construídos pelas abelhas coletoras de óleos florais por classe de diâmetro dos ninhos-armadilha disponibilizados foi comparado entre as áreas. O diâmetro médio dos ninhos-armadilha utilizados pelas abelhas coletoras de óleos foi comparado entre as áreas pelo teste de Kruskal-Wallis para avaliar o uso preferencial das classes de diâmetros disponibilizadas. Para comparações *a posteriori* foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Dunn.

O número médio de células construídas nos ninhos-armadilha pelas espécies de abelhas coletoras de óleos florais que nidificaram nas duas áreas de estudo (*T. diversipes* e *C. (Heterocentris) sp*) foi comparado entre as áreas através do teste de Kruskal-Wallis.

O teste do qui-quadrado (χ^2) foi empregado para analisar a ocorrência de diferenças entre as proporções obtidas e esperadas de machos e fêmeas que emergiram dos ninhos.

A diversidade na utilização das fontes de recursos florais, obtida através das análises polínicas, foi calculada pelo índice de diversidade de Shannon usando a fórmula:

$$H' = - \sum p_k \times \ln p_k,$$

sendo p_k a proporção de grãos de pólen da planta K e \ln o logaritmo neperiano do valor p_k .

A similaridade na utilização das fontes de recursos florais foi calculada utilizando-se a equação de percentagem de similaridade, conforme indicado em Krebs (1989):

$$PS_{ij} = \sum \min(P_{ih}, P_{jh})$$

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica versão 6.0 ao nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS

4.1 Ocupação dos ninhos-armadilha, composição das espécies de abelhas coletoras de óleo que nidificam em ninhos-armadilha e sazonalidade de nidificação

Foi registrado um total de 1200 cavidades ocupadas por himenópteros solitários (abelhas e vespas) ao longo dos 19 meses de estudo e, deste total, 130 foram utilizadas por abelhas coletoras de óleos florais para a construção dos ninhos. O percentual máximo de ocupação mensal das cavidades pelas abelhas coletoras de óleos foi de 1,8%.

As espécies de abelhas coletoras de óleo que nidificaram nos ninhos-armadilha foram: *Tetrapedia diversipes* Klug, *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith e *Centris (Heterocentris) sp.*

Tetrapedia diversipes foi a espécie que nidificou em maior número de cavidades (Fig. 3A), totalizando 66 ninhos concluídos, 44 deles entre setembro e janeiro na área de eucalipto com sub-bosque regenerante e 22 ninhos entre outubro e junho na área de floresta secundária. Os picos de nidificação nos dois habitats estudados ocorreram na estação chuvosa (Fig. 3A). A frequência de nidificação de *T. diversipes* mostrou correlação positiva significativa com a precipitação ($r_s = 0,57$; $p < 0,05$) e temperatura ($r_s = 0,66$; $p < 0,05$) na área de eucalipto com sub-boque regenerante, porém, não houve correlação significativa entre estas variáveis na área com floresta secundária: $r_s = 0,36$; $p > 0,05$ (precipitação X nidificação); $r_s = 0,17$; $p > 0,05$ (temperatura X nidificação).

Centris (Heterocentris) sp. construiu ninhos em 54 cavidades, 35 deles na área de eucalipto com sub-bosque regenerante e 19 ninhos na área de floresta atlântica secundária. A frequência de nidificação desta espécie não apresentou sazonalidade definida nos habitats estudados, tendo ocorrido ao longo de todo o período amostral (Fig. 3B). Não houve correlação entre a frequência de nidificação de *C. (Heterocentris) sp.* e os valores de precipitação na área de eucalipto com sub-bosque regenerante ($r_s = -0,03$; $p > 0,05$) como também na área com floresta atlântica secundária ($r_s = 0,40$; $p > 0,05$).

Centris analis e *C. tarsata* apresentaram baixa frequência de nidificação, durante o período de estudo (Fig. 3C e 3D, respectivamente), com a construção de 6 e 4 ninhos, respectivamente. *Centris tarsata* nidificou exclusivamente na área de eucalipto com sub-bosque regenerante, enquanto para *C. analis* foi observado somente um ninho na área de floresta secundária.

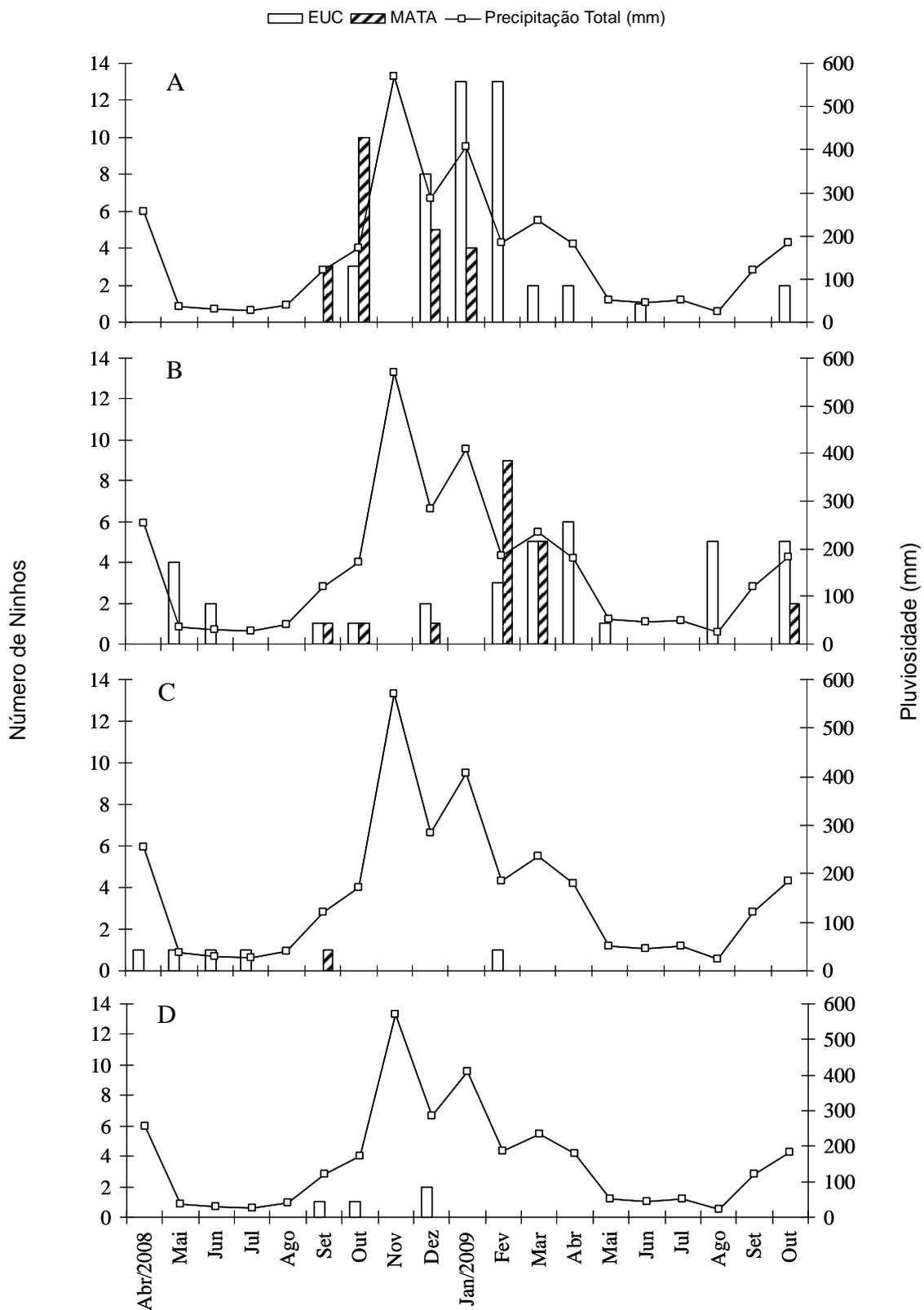


Figura 3 - Número de ninhos-armadilha ocupados por *Tetrapedia diversipes* (A), *Centris (Heterocentris) sp* (B), *Centris analis* (C) e *Centris tarsata* (D) e Pluviosidade entre abril/2008 e outubro/2009 nas áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante (EUC) e de floresta atlântica secundária (MATA) na Reserva Biológica União-RJ.

4.2 Tipos de substratos e estrutura dos ninhos

Os ninhos-armadilha de cartolina foram mais utilizados pelas espécies de abelhas coletoras de óleos para a construção dos seus ninhos nos dois habitats estudados (n=101) do que os feixes de bambu (n=29). A nidificação de *T. diversipes* ocorreu exclusivamente em tubos de cartolina (Fig. 4A) e as outras espécies utilizaram os dois tipos de cavidades, porém o maior percentual de ninhos foi construído nos tubos de cartolina (Fig. 4B - 4D).

Os diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados variaram de 4 a 12 mm entre as espécies de abelhas coletoras de óleo. De maneira geral, a maior porcentagem de ocupação dos ninhos-armadilha pelas espécies ocorreu nos diâmetros entre 6 e 8 mm. Houve diferença significativa entre os valores médios dos diâmetros ocupados, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis (KW = 79,2; $p < 0,05$). O teste *a posteriori* de Dunn revelou que os valores médios dos diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados por *T. diversipes* foram significativamente diferentes dos ocupados por *Centris (Heterocentris)* sp e *C. tarsata* (Tabela 1). Considerando as espécies mais abundantes (*T. diversipes* e *C. (Heterocentris)* sp), não houve diferença significativa nos diâmetros médios das cavidades utilizadas por estas espécies entre as áreas estudadas (U = 433,5 $p > 0,05$; U = 269,0 $p > 0,05$, respectivamente).

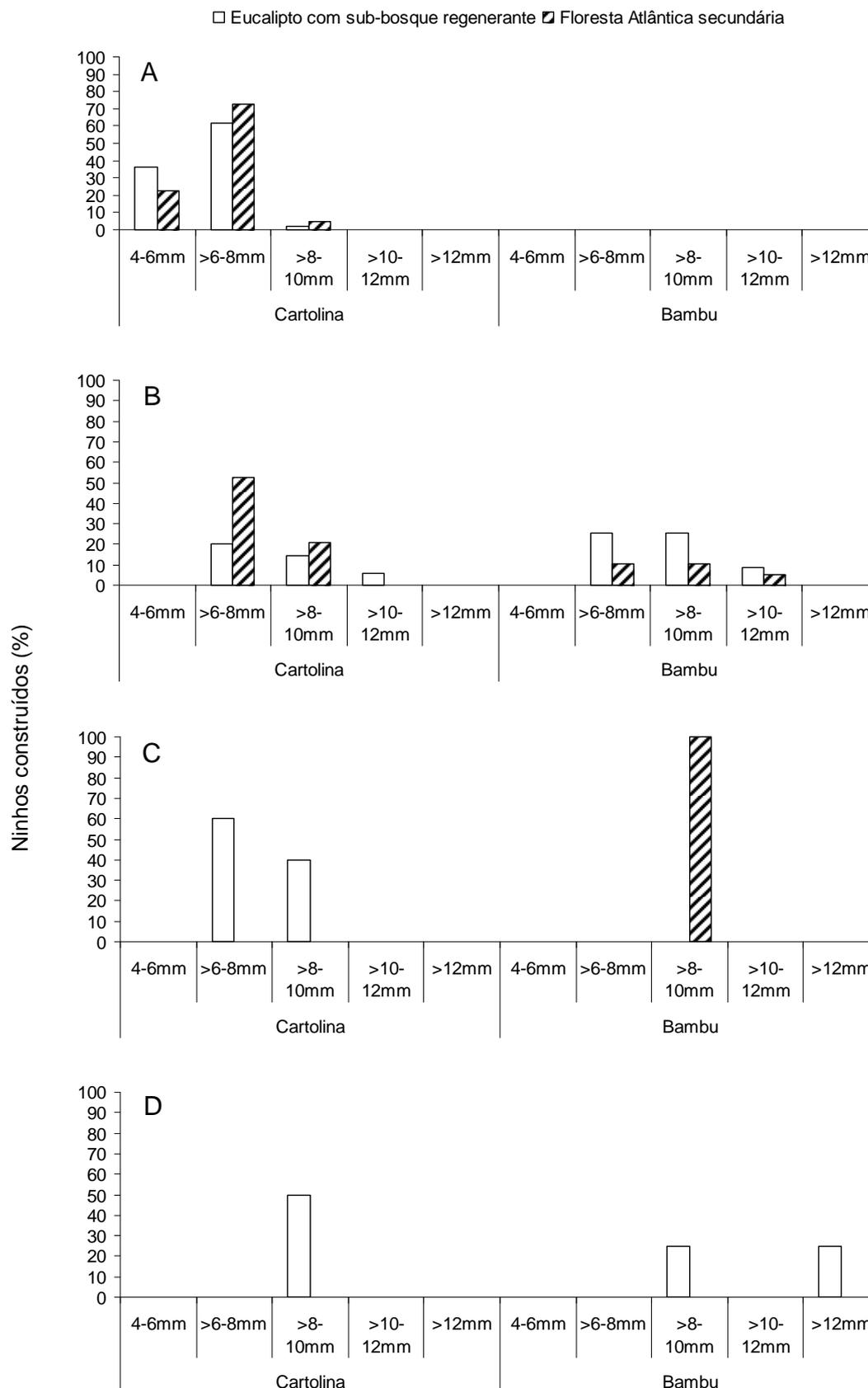


Figura 4 – Percentual de ninhos construídos pelas abelhas coletoras de óleos florais por intervalos de diâmetro das cavidades oferecidas entre abril/2008 e outubro de 2009 na área de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta secundária na Reserva Biológica União-RJ. A. *Tetrapedia diversipes*; B. *Centris (Heterocentris) sp.*; C. *Centris analis*; D. *Centris tarsata*.

Tabela 1 – Diâmetro (mm) dos ninhos-armadilha utilizados pelas espécies de abelhas coletoras de óleos que nidificaram nas áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta atlântica secundária na Reserva Biológica União-RJ, entre abril/2008 e outubro/2009. Letras distintas indicam médias diferentes, segundo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

	Diâmetro		
	Mín	Máx	Média \pm DP
<i>Centris analis</i>	6,0	8,2	7,0 \pm 1,1 ^{a,b}
<i>Centris tarsata</i>	8,0	12,2	9,9 \pm 1,7 ^a
<i>Centris (Heterocentris) sp</i>	6,0	11,5	8,1 \pm 1,1 ^a
<i>Tetrapedia diversipes</i>	4,0	9,1	6,0 \pm 0,8 ^b

O número máximo e mínimo de células de cria encontrado no interior dos ninhos variou de 1 a 8 células (Fig. 5). Não foi observada diferença significativa entre o número médio de células de cria construídas pelas espécies entre as áreas (Tabela 2) (KW = 2,16; $p > 0,05$).

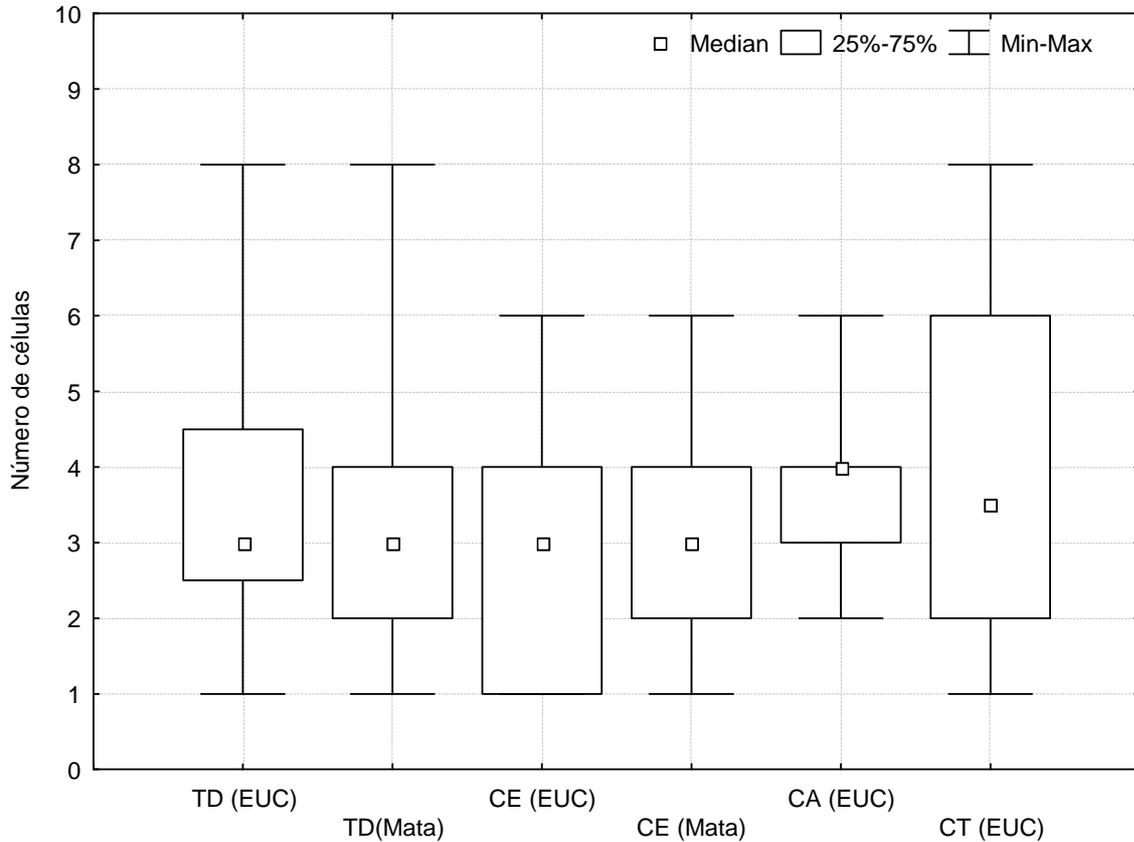


Figura 5 – Número mediano de células de cria, com respectivos valores máximo e mínimo, observado nos ninhos construídos pelas abelhas coletoras de óleos florais em áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante (EUC) e de floresta atlântica secundária (Mata) na Reserva Biológica União-RJ entre abril/2008 e outubro/2009. (TD = *Tetrapedia diversipes*; CE = *Centris* sp.; CA = *Centris analis*; CT = *Centris tarsata*).

Tabela 2 - Número de ninhos e de células de cria construídos pelas abelhas coletoras de óleos florais em áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta secundária entre abril/2008 e outubro/2009 na Reserva Biológica União-RJ. Letras iguais indicam semelhança estatística, segundo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

	Eucalipto com sub-bosque regenerante			Floresta secundária		
	Número de ninhos	Número de células de cria	Número médio de células de cria e desvio padrão	Número de ninhos	Número de células de cria	Número médio de células de cria e desvio padrão
<i>Tetrapedia diversipes</i>	44	164	3,7±1,7 ^a	22	76	3,4±1,8 ^a
<i>Centris (Heterocentris) sp</i>	35	109	3,1±1,7 ^a	19	62	3,3±1,4 ^a
<i>Centris analis</i>	5	19	3,8±1,5	1	5	-
<i>Centris tarsata</i>	4	16	4,0±2,9	0	-	-
TOTAL	88	308	-	42	143	-

De modo geral, as estruturas internas dos ninhos das espécies de abelhas coletoras de óleos que nidificaram nos ninhos-armadilha foram semelhantes (disposição linear das células, formato das células alongadas horizontalmente e individualizadas). Em relação ao material utilizado na construção das estruturas internas dos ninhos, apesar da análise granulométrica não ter sido realizada, foram observados materiais diferentes misturados a óleo na construção dos ninhos. *T. diversipes* utilizou uma mistura de óleo com areia (Fig. 6A). Nos ninhos de *Centris (Heterocentris)* sp. foi observada uma camada de fibra vegetal, tipo “serragem” que envolvia as células (Fig. 6B). *Centris tarsata* utilizou areia aglutinada a óleo e sobre esta mistura foi observada uma camada de areia mais grossa (Fig. 6D), enquanto que *Centris analis* construiu seus ninhos com sedimentos mais finos misturados a óleo (Fig. 6C).



Figura 6 – Ninhos das espécies de abelhas coletoras de óleos. A – *Tetrapedia diversipes*, com indicação da mistura de areia e óleo na construção das estruturas internas dos ninhos; B – *Centris (Heterocentris)* sp., com indicação da camada de fibra vegetal “tipo serragem” que envolvia as células de cria; C – *Centris analis*, com indicação dos sedimentos finos misturados a óleo utilizados na construção das células de cria; D – *Centris tarsata*, com indicação da camada de areia que envolvia externamente as células de cria.

4.3 Emergentes e inimigos naturais associados

Considerando o total de ninhos construídos pelas abelhas coletoras de óleos florais nas duas áreas estudadas, houve emergência de adultos em 73% destes ninhos. Emergiram, ao todo, 303 indivíduos de abelhas coletoras de óleos, sendo o número de machos superior ao de fêmeas, com exceção de *Centris analis* (Tabela 3). Em todas as espécies foi observada protandria (a emergência de machos ocorreu anteriormente a das fêmeas).

As proporções de machos e fêmeas que emergiram dos ninhos de *Centris* (*Heterocentris*) sp. em cada área estudada (Tabela 3) não diferiram estatisticamente de 1:1 ($\chi^2 = 31,2$; gl=27; $p > 0,05$ – área de eucalipto com sub-bosque regenerante e $\chi^2 = 17,8$; gl=12; $p > 0,05$ – área de floresta atlântica secundária). *Centris analis* e *C. tarsata* tiveram emergentes somente na área de eucalipto com sub-bosque regenerante (Tabela 3). Para *C. analis*, a razão sexual entre os emergentes destas espécies diferiu estatisticamente de 1:1 ($\chi^2 = 10,0$; gl=3; $p < 0,05$), com maior emergência de fêmeas. O mesmo resultado não foi observado para *C. tarsata* ($\chi^2 = 0,33$; gl=1; $p > 0,05$). Entre os emergentes de *T. diversipes*, a proporção de machos e fêmeas observada não diferiu estatisticamente de 1:1 na área de eucalipto com sub-bosque regenerante ($\chi^2 = 35,3$; gl=31; $p > 0,05$), mas foi estatisticamente diferente na área de floresta secundária ($\chi^2 = 37,5$; gl=15; $p < 0,05$), onde emergiram mais machos.

Tabela 3 - Número de ninhos construídos pelas abelhas coletoras de óleos florais nas áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta atlântica secundária, número de emergentes por sexo e razão sexual entre abril/2008 e outubro/2009 na Reserva Biológica União-RJ. NC = ninho de cartolina; NB = Ninho de bambu; M = macho; F = fêmea.

Tribo	Espécie	Área					
		Eucalipto com sub-bosque regenerante			Floresta atlântica secundária		
		Nº Ninhos	Emergentes	Razão sexual (M:F)	Nº Ninhos	Emergentes	Razão sexual (M:F)
Centridini	<i>Centris (Heterocentris) sp</i>	14NC / 21NB	50♂ / 28♀	1:0,56	14NC / 5NB	21♂ / 20♀	1:0,95
	<i>Centris analis</i>	5NC / 0NB	3♂ / 7♀	1:2,33	0NC / 1NB	---	---
	<i>Centris tarsata</i>	2NC / 2NB	5♂ / 3♀	1:0,60	---	---	---
Tetrapediini	<i>Tetrapedia diversipes</i>	44NC / 0NB	64♂ / 53♀	1:0,83	22NC / 0NB	33♂ / 16♀	1:0,48
	Total	65NC / 23NB	122♂ / 91♀	1:0,75	36NC / 6NB	54♂ / 36♀	1:0,67

Ninhos de *T. diversipes* e *C. (Heterocentris)* sp. foram parasitados por Hymenoptera (Ichneumonidae), Coleoptera (Meloidae) e Diptera (Bombylidae) (Tabela 4). O percentual total de parasitismo nos ninhos de *T. diversipes* (3,0%) foi menor do que o observado nos ninhos de *C. (Heterocentris)* sp (7,4%). Na área de eucalipto com sub-bosque regenerante foi observado ataque de um ninho de *T. diversipes* por espécie de Ichneumonidae (Tabela 4), enquanto *C. (Heterocentris)* sp. teve três ninhos parasitados, sendo um atacado por espécie de Ichneumonidae e dois atacados por espécie de Meloidae (Tabela 4). Na área de floresta atlântica secundária, houve ataque de espécie de Bombylidae em um ninho de *T. diversipes* e de espécie de Meloidae em um ninho de *C. (Heterocentris)* sp. (Tabela 4).

Tabela 4 – Número de ninhos parasitados e percentual de parasitismo (entre parênteses) nos ninhos-armadilha das abelhas coletoras de óleos florais construídos nas áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta atlântica secundária entre abril/2008 e outubro/2009 na Reserva Biológica União-RJ.

Espécie nidificadora	Número de ninhos construídos	Percentual de ninhos parasitados						Porcentagem total de parasitismo
		Eucalipto com sub-bosque regenerante			Floresta secundária			
		Hymenoptera Ichneumonidae	Diptera Bombilidae	Coleoptera Meloidae	Hymenoptera Ichneumonidae	Diptera Bombilidae	Coleoptera Meloidae	
<i>Tetrapedia diversipes</i>	66	1 (1,5%)	-	-	-	1 (1,5%)	-	3,0%
<i>Centris (Heterocentris) sp</i>	54	1 (1,8%)	-	2 (3,7%)	-	-	1 (1,8%)	7,4%
<i>Centris analis</i>	6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centris tarsata</i>	4	-	-	-	-	-	-	-

Ninhos mistos envolvendo as espécies de abelhas coletoras de óleos e outras espécies no mesmo ninho-armadilha foram observados nas duas áreas estudadas (Tabela 5). A maioria destes ninhos teve como primeira espécie fundadora vespas do gênero *Trypoxylon* (Hymenoptera, Crabronidade) e em um ninho foi observada ocupação primeiramente de *C. (Heterocentris)* sp. seguida de *Podium* sp. (Hymenoptera, Sphecidade) (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de ninhos mistos fundados por *Tetrapedia diversipes*, *Centris (Heterocentris)* sp e *Centris analis* em ninhos-armadilha nas áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta secundária na Reserva Biológica União-RJ, entre abril/2008 e outubro/2009.

Espécie Nidificadora 1	Espécie Nidificadora 2	N° de ninhos	
		Eucalipto com sub-bosque regenerante	Floresta secundária
<i>Trypoxylon</i> cf. <i>rogenhoferi</i>	<i>Tetrapedia diversipes</i>	1	-
<i>Trypoxylon</i> cf. <i>rogenhoferi</i>	<i>Centris (Heterocentris)</i> sp	1	2
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	<i>Centris analis</i>	2	-
<i>Centris (Heterocentris)</i> sp	<i>Podium</i> sp	-	1
Total		4	3

4.4 Utilização de fontes polínicas

Foram identificados 20 tipos polínicos nos ninhos concluídos por *T. diversipes* durante a estação chuvosa, na área com plantios de eucalipto (com 9 tipos exclusivos), pertencentes a 12 famílias botânicas (Tabela 6) e 18 tipos na área com floresta atlântica (com 7 tipos exclusivos) pertencentes a 11 famílias (Tabela 7). O número de tipos observado nos ninhos concluídos por *T. diversipes* na estação seca na área com plantios de eucalipto foi 11 (7 famílias botânicas), sendo 5 tipos exclusivos (Tabela 8).

Tabela 6 – Frequência relativa por amostra e média dos tipos polínicos encontrados nas amostras de ninhos analisados (I a XVIII) de *Tetrapedia diversipes* durante estação chuvosa coletados na área com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ. Destaque em negrito para o tipo mais frequente nas amostras.

TIPOS POLÍNICOS	OUTUBRO/2008			DEZEMBRO/2008							JANEIRO/2008								Média
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IXI	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
Anacardiaceae																			
Indeterminada 1																3,6	0,1	1,4	1,7
Tipo <i>Tapirira</i>																0,1			0,1
Tipo <i>Schinus</i>													14,1	2,5					8,3
Apocynaceae																			
Tipo <i>Mandevilla</i>								1,0											1,0
Asteraceae																			
Tipo <i>Baccharis</i>					0,2								0,3			0,1		1,0	0,4
Euphorbiaceae																			
<i>Croton</i> sp.			0,1	0,1				0,1	0,04			0,1	0,1			0,2		0,1	0,1
<i>Dalechampia</i> sp. 1	92,5	96,7	97,2	78,6	87,2	64,7	94,0	70,3	55,1	96,0	47,9	97,8	82,2	94,9	68,3	58,4	96,4	87,9	81,4
<i>Dalechampia</i> sp.2														0,1	1,2	0,5	1,7	3,6	1,4
<i>Euphorbia</i> sp.								8,7								0,1			4,4
Leg. Mimosoideae																			
<i>Acacia</i> sp									0,1			0,1	0,3	0,1		0,1	0,1	0,5	0,2
Malpighiaceae																			
Tipo <i>Byrsonima</i>	0,2		1,4	0,4	0,7	8,7	0,4	0,8	0,1	3,6	3,2	0,9			1,6	3,0		1,8	1,9
Tipo <i>Heteropterys</i>	0,3	1,3	0,6	0,4	0,2	0,3		0,2	0,8	0,1	0,3	0,8	0,8	0,2	0,1		1,4		0,5
Tipo <i>Thryallis</i>				0,2															0,2
Melastomataceae																			
Indeterminada 1																	0,1		0,1
Myrtaceae																			
<i>Eugenia</i> sp.			0,1															0,1	0,1
Tipo <i>Myrcia</i>				10,3	0,3			0,8	29,5	0,3			0,3	0,2	9,4				6,4
Onagraceae																			
<i>Ludwigia</i> sp.	7,0	2,0	0,7	10,2	11,3	26,3	5,7	18,1	14,3	0,1	8,4	0,1	1,9	2,0	19,3	33,9	0,2	3,1	9,2
Poaceae																			
Indeterminada 1								0,1											0,1
Sapindaceae																			
<i>Serjania</i> sp																		0,5	0,5
Vochysiaceae																			
Tipo <i>Vochysia</i>												0,2							0,2

Tabela 7 – Frequência relativa por amostra e média dos tipos polínicos encontrados nas amostras de ninhos analisados (I a XVIII) de *Tetrapedia diversipes* durante estação chuvosa coletados na área de floresta atlântica em estágio intermediário a avançado de regeneração na Reserva Biológica União-RJ. Destaque em negrito para o tipo mais frequente nas amostras.

TIPOS POLÍNICOS	OUTUBRO/2008										DEZEMBRO/2008					JANEIRO/2009			Média
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
Asteraceae																			
Tipo <i>Baccharis</i>	0,1								0,1					0,1			0,1		0,1
Tipo <i>Mikania</i>				1,9															1,9
Tipo <i>Taraxacum</i>										0,1									0,1
Euphorbiaceae																			
Croton sp.			0,1	0,1									0,1			0,1			0,1
Dalechampia sp1	99,6	98,7	96,7	88,2	98,6	99,4	99,1	99,7	97,9	98,0	89,2	94,0	88,2	85,9	93,9	35,0	66,9	97,3	90,3
Leg. Caesalpinioideae																			
Tipo <i>Hymenaea</i>														0,1					0,1
Leg. Mimosoideae																			
<i>Acacia</i> sp.		0,1		0,1				0,1	0,7						0,1		0,2		0,2
Loranthaceae																			
<i>Struthantus</i> sp.				0,3	0,1	0,1	0,1		0,9	0,1		0,2		0,5	0,2				0,3
Lythraceae																			
<i>Cuphea</i> sp.								0,1											0,1
Malpighiaceae																			
<i>Banisteriopsis</i> sp.					0,6	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,9	1,9	2,9	0,6	0,9	0,2	0,2	2,8	0,9
Tipo <i>Byrsonima</i>			0,1	0,1							0,1	0,1		7,1	1,1				1,4
Tipo <i>Heteropterys</i>	0,3	1,0	0,5	0,2	0,3					0,1									0,4
Tipo <i>Thryallis</i>															0,2				0,2
Melastomataceae																			
Tipo <i>Cambessedesia</i>																	0,1		0,1
Myrtaceae																			
<i>Eugenia</i> sp.		0,2							0,1										0,1
Tipo <i>Myrcia</i>				9,1	0,4	0,4	0,1		0,1			0,1		0,1		0,1	0,1		1,2
Onagraceae																			
<i>Ludwigia</i> sp.		0,1	2,7				0,3			1,6	9,9	3,6	8,9	5,7	3,6	32,8	0,1		6,3
Poaceae																			
Indeterminada 1			0,1	0,1															0,1

Tabela 8 – Frequência relativa por amostra e média dos tipos polínicos encontrados nas amostras de ninhos analisados (I a III) de *Tetrapedia diversipes*, durante estação seca, coletados na área com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ. Destaque em negrito para os tipos mais frequentes nas amostras.

TIPOS POLÍNICOS	ABRIL/2009		JUNHO/2009	Média
	I	II	III	
Asteraceae				
Tipo <i>Hypochoeris</i>		17,1		17,1
Indeterminada 1			14,1	14,1
Euphorbiaceae				
<i>Croton</i> sp	0,1			-
<i>Dalechampia</i> sp2	24,8	22,4		23,6
Leg. Papilionoideae				
Tipo <i>Mimosa</i>		14,7		14,7
Malpighiaceae				
Tipo <i>Banisteriopsis</i>	0,2			0,2
Tipo <i>Byrsonima</i>	1,2	1,9		1,5
Tipo <i>Heteropterys</i>	0,1			0,1
Onagraceae				
<i>Ludwigia</i> sp	73,7	43,7	84,9	67,4
Rubiaceae				
Tipo <i>Coffea</i>			1,0	1,0
Sapindaceae				
Tipo <i>Serjania</i>		0,1		0,1

O tipo polínico mais frequente encontrado no alimento larval durante a estação chuvosa nos dois habitats foi *Dalechampia* sp1 (Fig. 10A e 10B), com frequência relativa média nas amostras de 81,4% (eucalipto com sub-bosque regenerante) e 90,3% (floresta atlântica secundária). Além de alta frequência, *Dalechampia* sp1 esteve presente em todas as amostras analisadas, referentes à estação chuvosa, nos dois habitats considerados neste estudo (Tabela 6 e Tabela 7). A porcentagem de similaridade na utilização dos recursos nos dois habitats, no período considerado, foi de 93,5%, apesar de terem sido observados nas amostras tipos polínicos exclusivos nas duas áreas. Durante a estação seca, na área de eucalipto com sub-bosque, o tipo *Ludwigia* sp (Fig. 10D) foi o mais frequente, seguido de outra espécie de *Dalechampia* ocorrente neste período, o tipo *Dalechampia* sp2 (Tabela 8 e Fig. 10C).

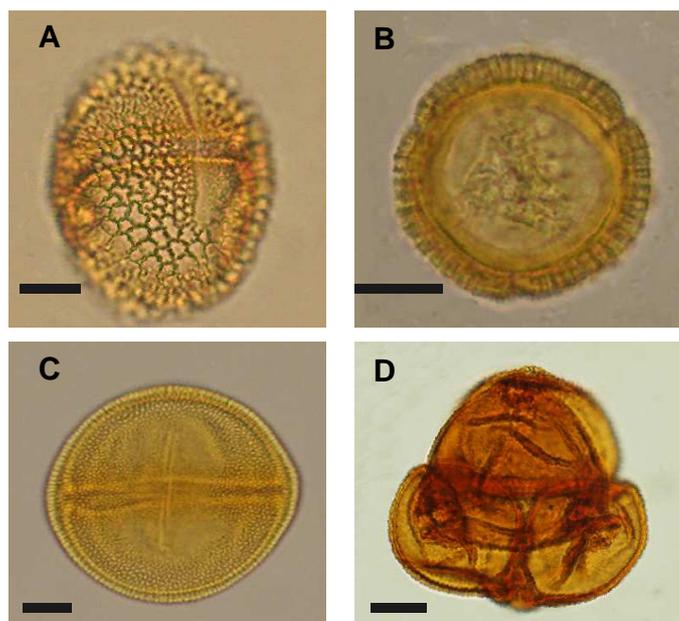


Figura 10 - Principais tipos polínicos encontrados no alimento larval em ninhos de *Tetrapedia diversipes*. A. *Dalechampia* sp1 (Euphorbiaceae), vista equatorial. B. *Dalechampia* sp1 (Euphorbiaceae), vista polar. C. *Dalechampia* sp2 (Euphorbiaceae), vista equatorial. D. *Ludwigia* sp (Onagraceae), vista polar. (Escala = 20 μ m).

A diversidade das fontes alimentares indicada pelas análises polínicas foi significativamente maior na área de eucalipto com sub-bosque regenerante do que na área de floresta secundária na estação chuvosa ($t = 42,3$; $gl = 19$; $p < 0,05$), como também foi mais uniforme a utilização das fontes (Tabela 9). A similaridade na utilização dos recursos alimentares na área de eucalipto com sub-bosque regenerante, entre as estações chuvosa e seca, foi de 17,6%. A diversidade das fontes alimentares utilizadas na área de eucalipto com sub-bosque na estação seca foi significativamente maior do que a observada durante a estação chuvosa na área de eucalipto e de floresta secundária ($t = 20,5$; $gl = 19$; $p < 0,05$ e $t = 47,1$; $gl = 19$; $p < 0,05$, respectivamente).

Tabela 9 - Diversidade (H') e uniformidade (J) no uso de fontes polínicas por *Tetrapedia diversipes* para obtenção de aprovisionamento larval em área de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta atlântica secundária na Reserva Biológica União-RJ. Letras diferentes indicam diferença estatística, segundo teste T de Shannon.

	Estação chuvosa		Estação seca
	Eucalipto com sub-bosque regenerante	Floresta atlântica secundária	Eucalipto com sub-bosque regenerante
H'	0,85 ^a	0,42 ^b	1,19 ^c
J	0,28	0,15	0,50

Foram identificados 15 tipos polínicos (sendo 6 tipos exclusivos), pertencentes a 6 famílias, nas amostras retiradas dos ninhos concluídos de *C. (Heterocentris)* sp. na área de eucalipto com sub-bosque regenerante (Tab. 10) e 13 tipos, pertencentes a 7 famílias, com 4 tipos exclusivos, na área de floresta secundária (Tabela 11).

No alimento larval de *C.(Heterocentris)* sp., os tipos polínicos mais frequentes na área de eucalipto com sub-bosque regenerante foram o Tipo *Heteropterys* (Fig. 11A), com 78,5% de frequência média nas amostras analisadas e o Tipo *Byrsonima* (Fig. 11B) com 45%. Na área de floresta secundária, os tipos mais frequentes foram o Tipo *Banisteriopsis* (60,7%) (Fig. 11B) e Tipo *Byrsonima* (43,3%). Dentre os tipos polínicos mais abundantes nos dois habitats estudados, o Tipo *Heteropterys* esteve presente em 71% das amostras relacionadas à área de eucalipto com sub-bosque regenerante, enquanto o Tipo *Banisteriopsis* foi encontrado em 100% das amostras analisadas, na área de floresta secundária.

A porcentagem de similaridade na utilização das fontes polínicas por *Centris (Heterocentris)* sp nos dois habitats estudados, no período considerado, foi de 42,5%. A diversidade das fontes alimentares utilizadas por esta espécie foi significativamente maior na área de floresta secundária do que na área de eucalipto com sub-bosque regenerante ($t = 10,34$; $gl = 15$; $p < 0,05$) como também foi mais uniforme a utilização destas fontes (Tabela 12).

As espécies de plantas encontradas em floração próximas aos sítios de nidificação na área de eucalipto com sub-bosque regenerante foram, principalmente, herbáceas totalizando 47 espécies pertencentes às famílias: Annonaceae (1sp), Apocynaceae (1sp), Asclepiadaceae (1sp), Asteraceae (9sp), Bignoniaceae (3sp), Capparaceae (2sp), Celastraceae (1sp), Convolvulaceae (2sp), Lamiaceae (1sp), Leg. Caesalpinioidea (2sp), Leg. Faboidea (10sp), Malvaceae (3sp), Melastomataceae (3sp), Myrtaceae (2sp),

Rubiaceae (2sp), Rutaceae (2sp) e Verbenaceae (2sp). Nenhum destes tipos polínicos foi encontrado no alimento larval das células de cria analisadas de *T. diversipes* e de *C. (Heterocentris) sp.*

Tabela 10 – Frequência relativa por amostra e média dos tipos polínicos encontrados nas amostras de ninhos analisados (I a VII) de *Centris (Heterocentris) sp.*, durante estação chuvosa, coletados com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ. Destaque em negrito para os tipos mais frequentes nas amostras.

TIPOS POLÍNICOS	OUTUBRO/2008		FEVEREIRO/2009			MARÇO/2009			Média
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
Anacardiaceae									
Indeterminada 1	0,3	0,1	0,2		2,8	3,9	7,1	2,4	
Tipo <i>Tapirira</i>	33,3	0,1	5,5					12,9	
Leg. Caesalpinioideae									
Tipo <i>Hymenaea</i>	11,9		1,3	0,3				4,5	
Tipo <i>Chamaecrista</i>							0,1	0,1	
Malpighiaceae									
Tipo <i>Heteropterys</i>		68,8	87,9	91,6	66,7	77,7		78,5	
Tipo <i>Tetrapterys</i>			5,1	2,7	1,2			3,0	
Tipo <i>Banisteriopsis</i>						15,0		15,0	
Tipo <i>Stigmaphyllon</i>					0,1	0,3	5,0	1,8	
Tipo <i>Thryallis</i>					1,3	0,5	0,5	0,8	
Tipo <i>Byrsonima</i>	54,3	31,0			28,0		66,5	45,0	
Tipo <i>Peixotoa</i>							20,3	20,3	
Myrtaceae									
<i>Eugenia</i> sp	0,1							0,1	
Tipo <i>Myrcia</i>	0,1							0,1	
Poaceae									
Indeterminada 1		0,1						0,1	
Polygalaceae									
<i>Polygala</i> sp				5,3		2,6	0,5	2,8	

Tabela 11 – Frequência relativa por amostra e média dos tipos polínicos encontrados nas amostras de ninhos analisados (I a X) de *Centris (Heterocentris)* sp, durante estação chuvosa, coletados em área com floresta atlântica em estágio intermediário a avançado de regeneração na Reserva Biológica União-RJ. Destaque em negrito para os tipos mais frequentes nas amostras.

TIPOS POLÍNICOS	OUTUBRO/2008	DEZEMBRO/2008	FEVEREIRO/2009							MARÇO/2009			Média
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			
Bignoniaceae													
<i>Arrabidae</i> sp.				7,6								7,6	
Euphorbiaceae													
<i>Croton</i> sp.		0,1										0,1	
Leg. Caesalpinioidea													
Tipo <i>Copaifera</i>				1,4								1,4	
Tipo <i>Chamaecrista</i>			0,2									0,2	
Malpighiaceae													
Tipo <i>Banisteriopsis</i>	99,9	0,3	99,1	1,6	96,6	81,5	79,4	76,4	0,7	71,1		60,7	
Tipo <i>Byrsonima</i>				89,3		17,7	12,1	23,6	95,1	22,0		43,3	
Tipo <i>Heteropterys</i>		1,1	0,3		0,1							0,5	
Tipo <i>Stigmaphyllon</i>											0,1	0,1	
Tipo <i>Thryallis</i>			0,4		0,6	0,6	8,3		4,0	6,8		3,4	
Myrtaceae													
<i>Eugenia</i> sp	0,1											0,1	
Tipo <i>Myrcia</i>		0,1										0,1	
Poaceae													
Indeterminada 1					2,5	0,2	0,2					1,0	
Rutaceae													
Tipo <i>Citrus</i>		11,0										11,0	



Figura 11 - Principais tipos polínicos encontrados no alimento larval em ninhos de *Centris (Heterocentris)* sp. na Reserva Biológica União-RJ. A. Tipo *Heteropterys* (Malpighiaceae), vista polar. B. Tipo *Byrsonima* (Malpighiaceae), vista polar. C. Tipo *Banisteriopsis* (Malpighiaceae), vista polar. (Escala = 50 μ m).

Tabela 12 - Diversidade (H') e uniformidade (J) no uso de fontes de recursos florais por *Centris (Heterocentris)* sp. para obtenção de aprovisionamento larval em ninhos-armadilha em áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta atlântica secundária durante estação chuvosa na Reserva Biológica União-RJ. Letras distintas indicam diferença estatística, segundo teste T de Shannon.

	Eucalipto com sub-bosque regenerante	Floresta atlântica secundária
H'	1,53 ^a	1,68 ^b
J	0,57	0,62

5. DISCUSSÃO

Dentre as abelhas coletoras de óleos florais que nidificam em ninhos-armadilha, Garófalo *et al.* (2004) citaram *Centris analis*, *Centris tarsata* e *Tetrapedia diversipes* como espécies muito comuns de serem encontradas nestas cavidades. No presente estudo, além destas três espécies, nidificaram também nas cavidades disponibilizadas na REBIO União indivíduos de *C. (Heterocentris) sp.*

Além da alta frequência de nidificação das espécies de *Centris* em ninhos-armadilha em diferentes ecossistemas no Brasil (Camillo *et al.*, 1995; Garófalo, 2000; Morato & Campos, 2000; Viana *et al.*, 2001; Aguiar & Martins, 2002; Buschini, 2006; Gazola & Garófalo, 2009), tem sido também registrada a dominância de *Tetrapedia diversipes* nestas armadilhas em fragmentos florestais localizados na região sudeste do país (Alves-dos-Santos, 2003; Garófalo, 2008; Cordeiro, 2009; Nascimento & Garófalo, 2010; este estudo). Esta alta abundância relativa provavelmente está relacionada ao comportamento de nidificação gregário desta espécie. Alves-dos-Santos *et al.* (2002) observaram que a mesma fêmea, após construir as células, fecha o ninho e procura por cavidades próximas à utilizada anteriormente para construção de outro ninho. Este comportamento pode justificar a elevada frequência de nidificação observada para *T. diversipes* neste estudo.

O número de ninhos concluídos pelas espécies de abelhas coletoras de óleos florais mais abundantes neste estudo (*T. diversipes* e *C. (Heterocentris) sp.*) foi consideravelmente maior na área de eucalipto com sub-bosque regenerante do que na área de floresta atlântica secundária. Mesmo as espécies menos abundantes da guilda (*C. analis* e *C. tarsata*) ocuparam praticamente as cavidades disponibilizadas na área de eucalipto, com exceção de um ninho construído por *C. analis* na área de floresta atlântica secundária. Estudos realizados na região nordeste do Brasil verificaram a predominância de nidificação de *C. tarsata* em ninhos-armadilha em vários ecossistemas secos e com vegetação aberta como em dunas litorâneas (Viana *et al.*, 2001), floresta estacional semidecidual (Aguiar & Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005) e savana arbórea aberta (Aguiar & Martins, 2002). Na região sudeste, Gazola & Garófalo (2009) registraram a ocupação desta espécie em menor número de cavidades em áreas de floresta estacional semidecidual (somente 6% do total de ninhos concluídos), proporção também verificada por Cordeiro (2009) em área de floresta ombrófila localizada em São Paulo, enquanto no presente estudo *C. tarsata* nidificou em 3% do total de ninhos concluídos na REBIO União. Estes resultados indicam que *C. tarsata* parece ter maior sucesso de nidificação

em habitats secos e com vegetação aberta, justificando a ocorrência desta espécie somente na área de eucalipto com sub-bosque regenerante na REBIO União. Por outro lado, a nidificação de *C. analis* tem sido mais abundante em habitats sombreados, em relação às espécies de *Centris* que nidificam nestes ambientes, conforme verificado por Camillo *et al.* (1995) e Garófalo (2000 e 2008) em remanescentes de floresta atlântica em São Paulo. Apesar disso, o presente estudo verificou a nidificação de *C. analis* em apenas um ninho na área de floresta atlântica secundária na REBIO União. De modo geral, a frequência de ninhos construídos em cavidades pré-existentes por espécies solitárias de Hymenoptera pode estar relacionada a fatores como a ocorrência de matéria-prima adequada para a construção e a disponibilidade de recursos alimentares para adultos e larvas (Roubik, 1989). Além destes, a disponibilidade de substratos naturais para nidificação nos ambientes tem sido também indicada como fator de influência na abundância de ninhos obtidos nestas armadilhas (Viana *et al.*, 2001).

Os habitats considerados neste estudo são bastante diferentes quanto a sua complexidade, sendo a riqueza de espécies de plantas na área de floresta atlântica secundária (Prieto, 2009) superior à encontrada na área de eucalipto com sub-bosque regenerante (Evaristo, 2008). Embora a disponibilidade de cavidades naturais não tenha sido diretamente avaliada neste estudo, a maior riqueza florística e maior complexidade estrutural na floresta atlântica secundária sugerem que neste ambiente as possibilidades de substrato natural para nidificação sejam maiores. Se isto for verdade, a alta frequência de ninhos construídos pela guilda de abelhas coletoras de óleos florais nas armadilhas instaladas na área de eucalipto com sub-bosque regenerante pode ser resultante da maior limitação deste recurso neste ambiente.

As atividades de nidificação de *T. diversipes* mostraram-se sazonais durante o período de estudo havendo correlação positiva significativa entre estes eventos e as variáveis ambientais precipitação e temperatura na área de eucalipto com sub-bosque regenerante. Embora este resultado não tenha ocorrido na área de floresta atlântica secundária, o período com maior nidificação de *T. diversipes* também correspondeu aos meses da estação quente e chuvosa. Estes dados corroboram as informações de sazonalidade de *T. diversipes* em ninhos-armadilha encontradas em áreas florestadas no estado de São Paulo (Alves-dos-Santos *et al.*, 2002; Alves-dos-Santos, 2003). Os autores relataram que fêmeas adultas foram observadas em atividade de nidificação entre setembro e maio, no estudo realizado em 2002, exibindo dois picos de atividade: novembro-dezembro e março e abril, em área de floresta urbana em São Paulo (Alves-dos-Santos, 2003). Durante a estação seca e fria (junho a agosto) abelhas desta espécie

permaneceram inativas, em estágio maduro de larva, porém, em diapausa (Alves-dos-Santos *et al.*, 2002). Percebe-se então que, embora se tratando de áreas com diferenças climáticas, com sazonalidade menos pronunciada e temperaturas médias maiores na nossa área de estudo, *T. diversipes* mostrou semelhante padrão sazonal ao observado em floresta atlântica no estado de São Paulo.

A baixa frequência de nidificação em feixes de bambu verificada na área de floresta secundária para a guilda de abelhas que nidificaram nos ninhos-armadilha, na REBIO União, pode ter ocorrido em virtude da elevada umidade da área ter gerado condições para o desenvolvimento de fungos, cupins e formigas nos bambus. A preferência de *T. diversipes* por substrato de tubos de cartolina foi também verificada por Aguiar *et al.* (2005), de modo que o tipo de material que compõe o ninho-armadilha foi sugerido pelos autores como fator de influência na escolha da cavidade para nidificação. Em relação ao diâmetro médio preferencial das cavidades utilizadas por *C. (Heterocentris)* sp. na área de estudo, aquelas com 8 e 10 mm de diâmetro também foram registradas para os Centridini dos subgêneros *Heterocentris* (Jesus & Garófalo, 2000) e *Hemisiella* (Aguiar & Garófalo, 2004) que utilizam cavidades preexistentes, sendo esta uma tendência comum a utilização destes diâmetros por espécies de *Centris* (Garófalo, 2000). Por outro lado, os ninhos-armadilha com diâmetros entre 6-8 mm foram mais utilizados por *T. diversipes* neste estudo como verificado por Cordeiro (2009) em floresta ombrófila densa no estado de São Paulo. Vários atributos ecológicos são sugeridos como fatores que podem influenciar a variação no diâmetro da cavidade nidificada como: tamanho das fêmeas, disponibilidade de cavidades adequadas (Krombein, 1967), gasto energético para a coleta do material de construção do ninho (Jesus & Garófalo, 2000; Aguiar & Garófalo, 2005) e a abundância local de recursos tróficos para provisão das células (Aguiar & Garófalo, 2004). A arquitetura dos ninhos fundados pelas espécies de abelhas coletoras de óleos na REBIO União foi semelhante com a descrição da literatura para *T. diversipes* (Alves-dos-Santos, 2003 e Camillo, 2005), para *C. tarsata* (Aguiar & Garófalo, 2004; Mendes & Rêgo, 2007; Silva *et al.*, 2001) e para *C. analis* (Jesus & Garófalo, 2000), principalmente quanto ao tipo de material utilizado, tamanho e disposição das células. Isto indica que, independente do tipo de ambiente, características da biologia de nidificação destas espécies mantêm-se conservadas.

A análise polínica do conteúdo larval revelou que a riqueza de fontes visitadas por *T. diversipes* foi alta na REBIO União durante o período de estudo, corroborando observações de outros autores (Neto *et al.*, 2007 e Coelho *et al.*, 2010). Entretanto, a dominância dos tipos *Dalechampia* (Euphorbiaceae) e *Ludwigia* (Onagraceae) no alimento

larval, observada nos dois habitats estudados e nas duas estações na REBIO União, deve ser considerada um fato relevante para *T. diversipes*, em geral tratada como uma espécie generalista. Estas espécies vegetais não foram encontradas na área de eucalipto com sub-bosque regenerante, fato esperado para *Ludwigia* já que estas espécies ocorrem preferencialmente em habitats alagados (Ramamoorthy & Zardini, 1987). Apesar da elevada riqueza de tipos polínicos encontrados no alimento larval de *T. diversipes* durante a estação chuvosa nos dois habitats estudados, a diversidade destes foi baixa, quando comparado à estação seca. Este resultado deve-se à alta dominância do tipo *Dalechampia* sp1 nas amostras correspondentes à estação chuvosa e à baixa uniformidade na utilização das outras fontes de recursos.

Silveira *et al.* (1993) e Alves-dos-Santos (1999) também registraram a interação entre *T. diversipes* e flores de *Ludwigia*, durante forrageio por pólen, em áreas de floresta atlântica nos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, respectivamente. Estudo realizado por Sazima & Santos (1982) abordando a biologia floral de *Ludwigia sericea* em Campinas-SP mostrou que uma espécie de *Tetrapedia* foi o polinizador efetivo desta planta na área. Esta condição foi atribuída em função do comportamento apresentado durante a coleta de pólen (permitindo o contato corporal da abelha com as estruturas reprodutivas das flores), além da frequência e tempo de permanência nas flores. De forma semelhante, Gimenes (2002) verificou a eficiência de *Tetrapedia* sp. na polinização de *Ludwigia elegans* em área de brejo no Parque do Carmo, localizado na cidade de São Paulo. Outros registros na literatura referem-se à interação entre *Tetrapedia* e espécies de Euphorbiaceae (Armbruster & Herzig, 1984; Alves-dos-Santos *et al.*, 2002). No primeiro caso, os autores observaram visitas de *Tetrapedia* sp. nas flores de *Dalechampia tiliifolia* no Panamá, enquanto o segundo estudo registrou elevada dominância de uma espécie de *Dalechampia*, além da presença de outra Euphorbiaceae do gênero *Croton*, em amostras de pólen obtidas de ninhos de *T. diversipes* coletados no campus da Universidade de São Paulo. Outros estudos indicaram a coleta de recursos em flores de outras famílias, como Malpighiaceae (*Heteropterys umbelata*) em área de cerrado no estado de São Paulo (Pedro, 1994), Cactaceae (*Opuntia* sp) e Orchidaceae (*Oncidium paranaensis*) em Curitiba (Singer & Cocucci, 1999).

Nenhuma das 47 espécies herbáceas coletadas próximas aos sítios de nidificação de, na área de eucalipto com sub-bosque regenerante foi encontrada nas amostras analisadas de pólen do alimento larval de *T. diversipes* e de *C. (Heterocentris)* sp. Dentre as espécies arbustivo-arbóreas inventariadas neste ambiente por Evaristo (2008), somente os tipos *Byrsonima*, *Myrcia* e *Eugenia* foram encontrados nestas análises, com

frequências de ocorrência baixas (menos de 15%), sendo considerados como pólen isolado de acordo com Barth (1989). A baixa frequência destes tipos pode ser reflexo de contato acidental com os grãos de pólen destas plantas durante forrageio por outros recursos (óleo e néctar), não sendo utilizadas como fontes polínicas por *T. diversipes*. Em relação à interação de *T. diversipes* com *B. sericea*, as amostragens dos visitantes nas flores desta espécie vegetal, na área de eucalipto com sub-bosque regenerante, não indicaram presença de fêmeas de *T. diversipes* forrageando nas flores (vide cap.1 - Tab. 1), indicando que outras fontes de óleos devem estar sendo utilizadas por esta espécie.

A análise polínica do alimento larval encontrado nos ninhos de *C. (Heterocentris)* sp. nos dois habitats estudados revelou maior frequência relativa dos tipos polínicos *Heteropterys* e *Byrsonima* nas amostras analisadas na área de eucalipto com sub-bosque regenerante e *Banisteriopsis* e *Byrsonima* na área de floresta atlântica secundária. Semelhante ao observado para *T. diversipes*, as frequências de ocorrência dos tipos *Myrcia* e *Eugenia* nas amostras polínicas de *C. (Heterocentris)* sp. analisadas foram inferiores a 15%, não sendo consideradas importantes fontes para coleta deste recurso. Por outro lado, a análise polínica do alimento larval dos ninhos obtidos nos dois habitats estudados revelou a importância de *Byrsonima* como fonte de pólen para *C. (Heterocentris)* sp na REBIO União.

A alta similaridade no uso de recursos florais entre as áreas estudadas na REBIO União por *T. diversipes*, durante estação chuvosa, quando comparado a *C. (Heterocentris.)* sp., no mesmo período, sugere maior seletividade de *T. diversipes* na coleta de recursos florais, o que difere de trabalhos anteriores que sugeriram esta espécie como altamente generalista (Neto *et al.*, 2007 e Coelho *et al.*, 2010). Dessa forma, estes resultados revelaram uso diferenciado dos recursos alimentares por *T. diversipes* e *C. (Heterocentris)* sp, no período amostral considerado, o que resultou na ocorrência destas espécies como as mais abundantes na guilda de abelhas coletoras de óleos que nidificam em ninhos-armadilha na área de estudo.

6. CONCLUSÕES

- As abelhas coletoras de óleos que nidificam em ninhos-armadilha na REBIO União utilizaram de forma diferenciada as áreas de eucalipto com sub-bosque regenerante e de floresta atlântica secundária, quanto à utilização das fontes polínicas e à frequência de nidificação verificadas em cada um destes habitats.

- A área de eucalipto com sub-bosque regenerante mostrou-se importante habitat para ocorrência de nidificação, mas não como local preferencial de forrageio por pólen para todas as espécies da guilda que nidifica em ninhos-armadilha.

- A presença de *B. sericea* na área de eucalipto com sub-bosque regenerante, importante fonte de recursos (principalmente óleos florais) para a guilda, como demonstrado no capítulo I desta dissertação, pode ser considerado um fator de atratividade para a nidificação de *C. (Heterocentris)* sp. neste habitat.

- Fatores ambientais, como altas temperaturas e luminosidade, podem estar favorecendo a nidificação destas espécies das abelhas coletoras de óleos, que são associadas a ambientes mais abertos e iluminados na área de eucalipto com sub-bosque regenerante.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.C.; Melo, G.A.R. 2006. Filogenia e classificação da tribo Tapinotaspidini (Hymenoptera, Apidae). *In: Anais do VII Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto*. pp: 160-164.
- Aguiar, A. J. C.; Martins, C. F. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 101–116.
- Aguiar, C.M.L. 2002. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de caatinga e floresta estacional semidecídua do estado da Bahia, Brasil. *In: Anais do V Encontro sobre Abelhas*, pp: 53-57.
- Aguiar, C.M.L.; Gaglianone, M.C. 2003. Nesting biology of *Centris (Centris) aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (4): 601-606.
- Aguiar, C.M.L.; Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (3): 477-486.
- Aguiar, C.M.L.; Garófalo, C.A.; Almeida, G.F. 2005. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4): 1030-1038.
- Alves-dos-Santos, I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 43(3/4): 191-223.
- Alves-dos-Santos, I. 2003. Trap-nesting bees and wasps on the University campus in São Paulo, Southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76 (2): 328-334.
- Alves-dos-Santos, I.; Machado, I.C.; Gaglianone, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, 11 (4): 544-557.
- Alves-dos-Santos, I.; Melo, G.A.R.; Rozen, J.G. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). *American Museum Novitates*, 3377: 1-45.
- Armbruster, W.S.; Herzig, A.L. 1984. Partitioning and sharing of pollinators by four sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 71: 1-16.
- Barth, O.M. 1989. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Luxor. 226p.

- Batra, S.W.T. 1995. Bees and pollination in our changing environment. *Apidologie*, 26: 361-370.
- Broer, P.J. 1981. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia*, 50: 39-53.
- Buschini, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie*, 37:58-66.
- Camillo, E. 2005. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). *Revista de Biologia Tropical*, 53(1/2): 175-186.
- Camillo, E.; Brescovit, A.D. 1999. Spiders (Araneae) captured by *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *lactitarse* (Hymenoptera: Sphecidae) in southeastern Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 47: 151-162.
- Camillo, E.; Garófalo, C.A.; Serrano, J. C.; Muccillo, G. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). *Revista Brasileira de Entomologia*, 39: 459-470.
- Coelho, T.A.; Araujo, R.B.S.P.; Cordeiro, G.D.; Silva, C.I.; Krug, C. Alves-dos-Santos, I. 2010. Rede de interação das plantas visitadas por *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae: Tetrapediini) revelada por análise polínica do alimento larval. *Anais do IX Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto-SP, Brasil.
- Cordeiro, G.D. 2009. Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do estado de São Paulo. Dissertação. Pós-graduação em Entomologia. Universidade de São Paulo. 84 pp.
- Coville, R.E.; Frankie, G.W.; Vinson, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56(2): 109-122.
- Didham, R.K.; Ghazoul, J.; Stork, N.E.; Davis, A.J. 1996. Insects in fragmented forests: A functional approach. *Tree*, 11(6): 255-260.
- Dórea, M.C.; Aguiar, C.M.L.; Figueroa, L.E.R.; Lima, L.C.L.; Santos, F.A.R. 2010. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. *Apidologie*, 41: 129-136.
- Ehrlich, P.R.; Murphy, D.D.; Singer, M.C.; Sherwood, C.B.; Brown, I.L. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to be California drought. *Oecologia*, 46: 101-105.
- Erdtman, G. 1960. The acetolized method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54: 561-564.

- Evaristo, V.T. 2008. Dinâmica da comunidade e das principais populações arbustivo-arbóreas de mata atlântica em plantios abandonados de eucalipto *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. Dissertação. Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 158pp.
- Frankie, G.W.; Newstrom, L.E. Wilson, S.B. SB Vinson & JF Barthell. 1998. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bees species in Costa Rican dry forest. *Biotropica*, 25: 322-33.
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antonio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. pp279- 284. *In*: G.A.R. Melo & I. Alves dos Santos, (orgs.), Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESCO, Criciúma. 320pp.
- Gaglianone, M.C. 2006. Centridini em remanescentes de Mata Atlântica: diversidade e interações com flores. *In*: Anais do VII Encontro sobre Abelhas. pp: 335-340.
- Gaglianone, M.C.; Aguiar, A.C.; Vivallo, F.; Alves-dos-Santos, I. Checklist das abelhas coletoras de óleos do estado de São Paulo (Hymenoptera: Apidae). *Biota Neotropica* (no prelo).
- Garófalo, C.A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, pp:121-128.
- Garófalo, C.A. 2008. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nidificando em ninhos-armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *In*: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas. pp: 208-217.
- Garófalo, C.A.; Camillo, E.; Serrano, J.C. 1989. Espécies de abelhas do gênero *Centris* (Hymenoptera, Anthophoridae) nidificando em ninhos-armadilha. *Ciência e Cultura*, 41: 799.
- Garófalo, C.A.; Martins, C.F. & Alves-dos-Santos, I. 2004. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. *In*: Freitas, B. M. (org.) Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. 285pp.
- Gazola, A.L.; Garófalo, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. *Genetics and molecular research*, 8 (2): 607-622.

- Gimenes, M. 2002. Estudo da atividade diária das abelhas visitantes (Hymenoptera, Apoidea) nas flores de *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae). *Acta Biologica Leopoldensia*, 24 (1): 47-56.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2007. Plano de Recuperação dos Eucaliptais da Reserva Biológica União. Reserva Biológica União, Rio das Ostras, 141p.
- IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 92p.
- IUCN. 1988. Brazil: Atlantic Coastal Forests. Cambridge, Tropical Forest Programme, Conservation Monitoring Centre, 19 p.
- Jesus, B.M.V.; Garófalo, C.A. 2000. Nesting behavior of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31: 503-515.
- Kearns, C.A.; Inouye, D.W. 1993. Techniques for pollination biologists. University Press of Colorado, Niwot, Colorado.
- Kevan, P.G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 373-393.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Publishers, NY. 654p.
- Krombein, K.V. 1967. *Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates*. Smithsonian Press, 570 pp.
- Laroca, S.; Santos, D.R.; Schwartz-Filho, D.L. 1993. Observations on the nesting biology of three Brazilian Centridine bees: *Melanocentris dorsata* (Lepeletier, 1841), *Ptilotopus sponsa* (Smith, 1854) and *Epicharitides obscura* (Friese, 1899). *Tropical Zoology (Italy)*, 6: 153-163.
- Maia, M.; Russo-Almeida, P.A.; Pereira, J.O. 2005. Caracterização do espectro polínico dos méis de Alentejo (Portugal). *Silva Lusitana*, 13 (1): 95-103.
- Martins, C.F.; Camarotti-de-Lima, M.F.; Aguiar, A.J.C. 2002. Abelhas e vespas solitárias nidificantes em cavidades preexistentes na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, PB): uma proposta de monitoramento. *Anais do V Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto*, pp: 40-46.
- Mendes, F.N.; Rêgo, M.M.C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(3): 382-388.

- Michener, C.D.; Moure, J.S. 1957. A study of the classification of the more primitive non-parasitic Anthophorine bees (Hymenoptera, Apoidea). Bulletin of the American Museum of Natural History, 112 (5):395-452.
- Michener, C.D. 2000. The bees of the world. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore & London. 913pp.
- Morato, E.F.; Campos, L.A.O. 2000. Efeito da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. Revista Brasileira de Zoologia, 17(2): 429-444.
- Morato, E.F., Garcia, M.V.B.; Campos, L.A.O. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. Revista Brasileira de Zoologia, 16: 1213-1222.
- Morellato, L.P.C.; Haddad, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. Biotropica, 32 (4b): 786-792.
- Moure, J.S. 1999. Espécies novas de *Tetrapedia* Klug (Apoidea, Anthophoridae). Revista Brasileira de Zoologia, 16(1): 47-71.
- Nascimento, A.L.O.; Garófalo, C.A. 2010. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nidificando em ninhos-armadilha no Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP. *In*: Encontro Sobre Abelhas, 2010, Ribeirão Preto, SP. Anais do IX Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, SP. Ribeirão Preto, SP. pp 139-146.
- Neto, H.S.; Oliveira, R.; Schlindwein, C. 2007. Polilectia em *Tetrapedia* (Apidae, Tetrapediini): Fêmeas buscam pólen de numerosas espécies na floresta atlântica de Pernambuco. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG, Brasil.
- Pedro, S.R.M. 1994. Interação entre abelhas e flores em uma área de cerrado no NE do estado de São Paulo: abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). Anais do I Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto-SP, 243:255.
- Pereira, M.; Garófalo, C.A.; Camillo, E. & Serrano, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lep. in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini) Apidologie, 30: 327-338.
- Perez-Maluf, R. 1993. Biologia de vespas e abelhas solitárias em ninhos-armadilha em Viçosa, MG. Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em ecologia Universidade Federal de Viçosa. 87p.
- Pinto, N.P.O. 2005. Estudo de caso: a reutilização de células de ninho abandonado de *Polistes* (*Aphanilopterus*) *simillimus* Ziká, 1951 (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) por *Tetrapedia* (*Tetrapedia*) *diversipes* Klug, 1810 (Hymenoptera: Apidae, Apinae). Revista de Etologia, 7(2): 67-74

- Prieto, P. V. 2008. Efeitos de borda sobre o sub-bosque da Mata Atlântica de terras baixas na Reserva Biológica União-RJ. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Botânica Tropical – JBRJ, Rio de Janeiro, 123p.
- Ramamoorthy, T.P.; Zardini, E.M. 1987. The systematics and evolution of *Ludwigia* section *Myrtocarpus* sensu lato (Onagraceae). Monographs in Systematic Botany from Missouri Botanical Garden, vol. 19, 120p.
- Roubik, D. W. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. In: _____. Nesting and reproductive biology. Cambridge, University Press, p.199-206.
- Roubik, D.W. 1987. Notes on the biology of *Tetrapedia* (Hymenoptera: Anthophoridae) and *Chaetodactylus panamensis* Baker, Roubik and Delfinado-Baker (Acari: Chaetodactylidae). International Journal of Acarology, 13:75-76.
- Roubik, D.W.; Moreno, J.E. 1991. The pollen and spores of Barro Colorado Island. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA.
- Salgado-Labouriau, M. L. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. 1. ed. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- Saunders, D.A.; Hobbs, R.J.; Margules, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology, 5(1): 18-30.
- Sazima, M.; Santos, J.U.M. 1982. Biologia floral e insetos visitantes de *Ludwigia sericea* (Onagraceae). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, 54: 1-10.
- Sigrist, M.R.; Sazima, M. 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of Neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. Annals of Botany, 94: 33-41.
- Silva, F.O.; Viana, B.F.; Neves, E.L. 2001. Biology and architecture of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nests. Neotropical Entomology, 30(4): 541-545.
- Silveira, F.A.; Melo, G.A.R.; Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas Brasileiras - Sistemática de Identificação. Edição do autor. Belo Horizonte. 253pp
- Silveira, F.A.; Rocha, L.B.; Cure, J.R.; Oliveira, M.J.F. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Zona da Mata de Minas Gerais. II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. Revista Brasileira de Entomologia, 37:595-610.
- Singer, R.B.; Cocucci, A.A. 1999. Pollination mechanisms in four sympatric southern Brazilian Epidendroideae orchids. Lindleyana, 14(1), 47-56.

- SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2010. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período 2008-2010. Relatório parcial. Estado do Rio de Janeiro.
- Souza, O.F.F.; Brown, V.B. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termites communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 197-206.
- Steffan-Dewenter I. 2003. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. *Conservation Biology*, 17(4): 1036-1044.
- Steffan-Dewenter, I; Tschardtke, T. 2002. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands - a mini review. *Biological Conservation*, 104: 275-284.
- Teixeira, L.M. ; Machado, I.C. 2000. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 14: 347-357.
- Tschardtke, T. 2002. Fragmentation of Phragmites habitats, minimum viable population size, habitat suitability, and local extinction of moths, midges, flies, aphids, and birds. *Conservation Biology*, 6(4): 530-536.
- Viana, B.F.; Silva, F.O.; Kleinert, A.M.P. 2001. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology*, 30: 245-251.
- Vinson, S.B.; Frankie, G.W. 1988. A comparative study of the ground nests of *Centris flavifrons* and *Centris aethiocesta* (Hymenoptera: Anthophoridae). *Entomological Experiments Application*, 49: 181-187.
- Waddington, K.D. 1983. Foraging behavior of pollinators. p. 213-239. In: REAL, L. (ed.). *Pollination biology*. Orlando: Academic Press.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido nesta dissertação está relacionado a um dos objetivos estipulados no projeto “O mico-leão-dourado como instrumento para a conservação e o desenvolvimento sustentável na bacia hidrográfica do rio São João, RJ” financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ/Edital Pensa-Rio-09/2007). O objetivo em questão foi testar o uso de áreas com plantios de eucalipto com sub-bosque regenerante de floresta atlântica na Reserva Biológica União-RJ (REBIO União) como corredores ou agroflorestas para a fauna, inclusive o mico-leão-dourado, uma espécie bandeira para a conservação da Mata Atlântica. Nesse contexto, abelhas coletoras de óleos florais foram selecionadas como grupos indicadores do uso destes plantios em fase de regeneração pela fauna de abelhas. A partir da união de duas metodologias para amostragem de abelhas (ninhos-armadilha e coleta em flores de uma planta focal), foi verificado neste estudo que a guilda de abelhas coletoras de óleos florais da REBIO União apresenta elevado número de espécies, sendo a maioria composta por espécies raras na comunidade, porém de ampla distribuição geográfica na Mata Atlântica e em outros biomas associados. Além disso, maior número de espécies nidificou na área com sub-bosque de floresta atlântica regenerante, quando comparado à área de floresta atlântica secundária. Os fatores que podem ter contribuído para a maior atratividade da guilda a este habitat são a presença de várias espécies com preferência por habitats abertos e ensolarados e a presença de *Byrsonima sericea* dentre as espécies ocorrentes no habitat. Apesar da ocorrência de grande número de espécies de abelhas coletoras de óleos na REBIO União, a análise polínica mostrou que os recursos alimentares nas áreas com eucalipto ainda não são suficientes para manter as suas populações. As abelhas estão sendo atraídas a flores de *B. sericea*, principalmente para coletar óleo floral, mas dependem de outros recursos que não existem nestas áreas. Dessa forma, o manejo destas áreas, atualmente em andamento, através da retirada do eucalipto, deverá favorecer a regeneração de espécies vegetais e a heterogeneidade do habitat, sendo essencial para o aumento da disponibilidade de outros recursos importantes para as abelhas na REBIO União. Assim sendo, o monitoramento dessas abelhas durante o manejo é necessário para avaliar eventuais mudanças na comunidade. Este acompanhamento será também importante para identificar novas fontes de recursos, inclusive de óleos florais, que provavelmente colonizarão estas áreas nos estágios sucessionais posteriores.