

**ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) EM NINHOS-ARMADILHA EM  
DIFERENTES TIPOS FITOFISIONÔMICOS DE MATA ATLÂNTICA NO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**FREDERICO MACHADO TEIXEIRA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
DEZEMBRO DE 2011**

**ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) EM NINHOS-ARMADILHA EM  
DIFERENTES TIPOS FITOFISIONÔMICOS DE MATA ATLÂNTICA NO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**FREDERICO MACHADO TEIXEIRA**

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

Orientadora: Dra. Maria Cristina Gaglianone

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
DEZEMBRO DE 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

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

453 / 2012

Teixeira, Frederico Machado

Aculeata (Insecta, Hymenoptera) em ninhos-armadilha em diferentes tipos fitofisionômicos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro / Frederico Machado Teixeira. – Campos dos Goytacazes, 2011. xv, 107 f. : il.

Tese (Doutorado 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. 68-92

1. Abelhas solitárias    2. Vespas solitárias    3. ArcGIS    4. GLM  
5. Fragmentação    I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro    II. Título

595.79  
T266a

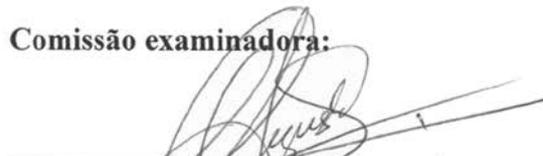
ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) EM NINHOS-ARMADILHA EM  
DIFERENTES TIPOS FITOFISIONÔMICOS DE MATA ATLÂNTICA NO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

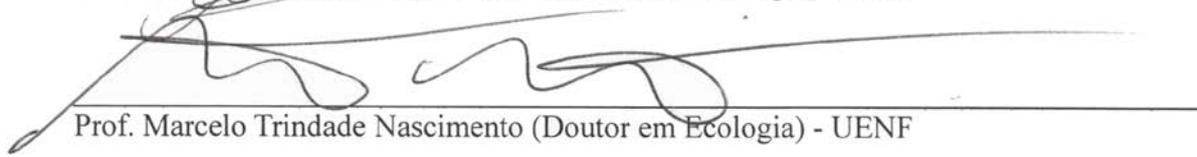
**FREDERICO MACHADO TEIXEIRA**

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

**Aprovada em 16 de Dezembro de 2011**

**Comissão examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Solange Cristina Augusto (Doutora em Entomologia) - UFU

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Marcelo Trindade Nascimento (Doutor em Ecologia) - UENF

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Marcio Marcelo de Moraes Júnior (Doutor em Ecologia e Recursos Naturais) - UENF

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Maria Cristina Gaglianone (Doutora em Entomologia) - UENF  
(Orientadora)

## Agradecimentos

Às fontes de financiamento da pesquisa: FAPERJ/CAPES (bolsa de doutorado – processo: 152.727/2005) e aos projetos “Gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense” (RIO RURAL-GEF), vinculado à Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro (SEAPPA-RJ), e “O uso de atributos funcionais como ferramenta auxiliar na avaliação da estrutura da comunidade arbórea de fragmentos florestais visando à restauração ecológica” (Fragmentos/FAPERJ) e ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (Procad/CAPES), pela logística e fomento.

À Dra. Maria Cristina Gaglianone pela orientação e logística de laboratório e campo.

Aos Drs. Gilberto Soares Albuquerque e Marcelo Trindade Nascimento por participarem de meu comitê de acompanhamento.

Ao Dr. Marcio Marcelo de Moraes Júnior pela revisão desta tese e ajuda com GLM.

Às Dras. Silvia Helena Sofia (UEL), Solange Cristina Augusto (UFU) e aos Drs. Marcelo Trindade Nascimento (UENF), Marcio Marcelo de Moraes Júnior (UENF), e Carlos Alberto Garófalo por aceitarem fazer parte da banca examinadora.

Ainda ao Dr. Marcelo Trindade Nascimento, MSc. Karla Maria Pedra de Abreu Archanjo e MSc. Maurício Lima Dan /Projeto RIO RURA-GEF, e Projeto Fragmentos/FAPERJ, pelo fornecimento de dados de estrutura da vegetação das áreas estudadas.

Aos Drs. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo (UFPR) e Marcel Gustavo Hermes (UFPR) pela identificação dos espécimes de abelhas e vespas.

À Dra. Denise Dolores Oliveira Moreira (UENF) e MSc. Fabíola Bonicenha Endringer (UENF) pela identificação dos espécimes de formigas.

Aos proprietários rurais que permitiram o estudo em suas áreas, e ao IBAMA e INEA pelas permissões concedidas para a realização o trabalho em áreas de proteção ambiental.

Às equipes da EMATER-RJ da Regional Norte e Noroeste, vinculadas ao Projeto RIO RURAL-GEF, e em especial a Adailto Souza Leal e ao Assessor de monitoramento Glauco Carino Moraes e ao Técnico do monitoramento Valmir Henriques Macedo, imprescindíveis amigos e companheiros de campo.

Aos técnicos do LCA José Wanderley do Nascimento Degel, Gerson Rocha da Purificação e Elmo Siqueira Carvalho pelo auxílio no campo e obtenção e corte dês bambus essenciais para a realização desta tese.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelos dados climáticos das regiões do estudo.

Ao Centro de Biotecnologia e Biociências (CBB) e ao Laboratório de Ciências Ambientais (LCA), pela logística disponibilizada durante o período do doutorado.

Aos colegas de laboratório, em especial a Willian Aguiar – sempre um ótimo parceiro de campo e mesa, também à Thaís e Bruno – que encararam o árduo trabalho de medições dos ninhos -, Marcelita, Mariana e Gisele pelo auxílio no campo e manutenção do material.

Aos amigos Willian Aguiar, Taíse Bomfim, Bruno Masi, Luciano Lima, Felipe Araújo, Frederico Lage, Elaine Bernini pelas trocas de ideias e conversas sobre ciência e amenidades, e aos demais amigos cativados ou reencontrados durante esta jornada.

À Daniela T. Sampaio pelo aconchego nas horas difíceis, pelas várias revisões do texto e pela companhia nesta vida.

*“Esses insetos viviam como os homens,  
E todas as nossas ações executavam em miniaturas;  
Faziam tudo o que se faz na cidade,  
E o que é da alçada da espada ou toga,  
Embora os trabalhos engenhosos dos membros minúsculos  
De tão ligeiros escapassem à vista humana.”*

**- A Fábula das Abelhas, de Bernard Mandeville -**  
(tradução da edição de 1934 da Whishard & Co. de Londres.)

## Sumário

Agradecimentos .....	ii
Lista de Figuras .....	vii
Lista de Tabelas .....	ix
Resumo.....	xi
Abstract.....	xiii
Apresentação e Estrutura da Tese .....	xv
<b>Introdução Geral</b> .....	<b>1</b>
1.1. A técnica de ninho-armadilha (NA).....	1
1.2. Espécies encontradas em ninho-armadilha (NA) .....	2
1.2.1. Biologia e ecologia das espécies nidificantes.....	4
1.2.2. Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha como grupo focal .....	6
1.2.3. Trabalhos com ninho-armadilha no Brasil e ocorrência de abelhas e vespas .....	8
1.3. Área de Estudo .....	10
<b>Capítulo 2: Composição de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) que nidificam em ninhos-armadilha e inimigos naturais em três fitofisionomias de Mata Atlântica no norte - noroeste do Estado do Rio de Janeiro.</b> .....	<b>17</b>
Resumo.....	17
2.1. Introdução.....	18
2.2. Material e Métodos .....	19
2.2.1. Área de estudos e pontos amostrais.....	19
2.2.2. Coleta dos dados.....	20
2.2.3. Análise dos dados .....	21
2.3. Resultados.....	22
2.3.1. Comunidade amostrada e preferência de nidificação.....	22
2.3.2. Sazonalidade.....	30
2.3.3. Inimigos naturais .....	31
2.4. Discussão .....	38
2.4.1. Sazonalidade.....	42
2.4.2. Inimigos naturais .....	43
2.5. Conclusão .....	44

<b>Capítulo 3:</b> Efeito das características dos fragmentos florestais de Mata Atlântica sobre a riqueza de Aculeata (Insecta: Hymenoptera) nidificantes em ninho-armadilha....	46
Resumo.....	46
3.1. Introdução.....	47
3.2. Material e Método .....	49
3.2.1. Grupo estudado e área de estudo .....	49
3.2.2. Amostragem dos Aculeata .....	51
3.2.3. Variáveis explicativas .....	52
3.2.4. Modelagem estatística .....	54
3.3. Resultado .....	55
3.3.1. Variáveis explicativas .....	55
3.3.2. Efeito das variáveis explicativas .....	56
3.3.3. Importância das variáveis explicativas.....	57
3.4. Discussão.....	58
3.4.1. Variáveis explicativas .....	58
3.4.2. Importância das variáveis explicativas.....	60
3.5. Conclusão .....	61
<b>Discussão Geral</b> .....	62
A técnica de ninho-armadilha (NA).....	62
Papel das abelhas que nidificam em ninho-armadilha como potenciais polinizadores de culturas agrícolas e florestais. ....	63
Considerações finais.....	66
<b>Referências</b> .....	68
<b>Anexo I</b> - Espécies de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha no território brasileiro, com base em 142 estudos com ninho-armadilha do período de 1978 a 2009, com indicações do número de trabalhos por Bioma: CER - Cerrado, MAT- Mata Atlântica, CAA- Caatinga, AMZ- Amazônia. (#) - espécie introduzida; (?) - Garófalo et al. 2004 e Garófalo 2004, revisão das espécies encontradas em ninho-armadilha no Brasil, sem a citação da distribuição geográfica. ....	93
<b>Anexo II</b> - Espécies de abelhas e vespas cleptoparasitas ou parasitóides associadas a ninhos-armadilha no território brasileiro, com base em 142 estudos com ninho-armadilha do período de 1978 a 2009, com indicações do número de trabalhos por Bioma: CER - Cerrado, MAT- Mata Atlântica, CAA- Caatinga, AMZ- Amazônia. (?) - Garófalo et al. 2004 e Garófalo 2004, revisão das espécies encontradas em ninho-armadilha no Brasil, sem a citação da distribuição geográfica. ....	104

## Lista de Figuras

- Figura 1.1 - Ninhos-armadilha mais utilizados para estudos de abelhas e vespas solitárias. (a) tubos de cartolina de diferentes diâmetros em bloco de madeira (foto do autor); (b) pequenos blocos de madeira com perfuração de diferentes diâmetros com corte longitudinal sem utilização de cartolina; (c) gomos de bambu em feixes ou não, com corte longitudinal ou não (fotos do autor). ..... 2
- Figura 1.2 - Exemplos de modelos de estações de coleta com ninhos-armadilha para abelhas e vespas solitárias: (a) bloco de madeira com perfurações de 5 a 8 mm em prateleira em área coberta - Alonso 2008; (b) estação de coleta com blocos de madeira com corte longitudinal e perfuração de 5 a 13 mm, sobre estaca e com proteção - Woiski 2009; (c) feixes de bambu e blocos de madeira (4 a 12 mm) em um balde protetor amarrado em tronco de árvore – Marchi 2008; (d) três placas com 10 furos lineares (6, 8 e 10 mm) com plástico transparente entre as camadas para observação dos ninhos estabelecidos - Oliveira & Schlindwein 2009; (e) bloco de madeira com perfurações de diâmetro de 6 e 8 mm com comprimento 6 e 8 cm, e feixes de bambu em estrutura metálica com cobertura - Silva 2008; (f) conjunto de blocos de madeira com diâmetros entre 5 e 13 mm - Morato & Campos 2000; (g1-2) Bloco de madeira com várias cavidades (4 a 1,5 mm de diâmetro) e feixes de bambu – modelo utilizado pelo autor ..... 3
- Figura 1.3 - Cortes de bambu e tubos de cartolina mostrando estrutura e formas de utilização de ninhos-armadilha (NA) por Aculeata: a) Centridini: *Centris tarsata* em bambu (a1) e cartolina (a2) e estrutura externa do ninho de *Centris* sp em bambu; b) Megachilidae: (b1) ninho de *Megachile (Pseudocentron)* sp em bambu, (b2) ninho misto de *Megachile* sp e *Trypoxylon lactitarse* em bambu, (b3) ninho de *Megachile (Ptilosarus)* sp em cartolina; c) Euglossina: (c1) ninho de *Euglossa cordata* em bambu, (c2) em detalhe, célula de cria com larva. .... 4
- Figura 1.4 - Pontos amostrados na Microbacia Brejo da Cobiça em Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST) no município de São Francisco de Itabapoana, RJ: Estação Ecológica de Guaxindiba (Carvão) 1200 ha (21°24'45"S 41°05'10"W) e cinco outros fragmentos: F7 (5,5 ha); Sig (16 ha); Santana (35,3 ha); Alfeu (55,1 ha); Santo Antônio (57 ha) e uma área de construção rural (CR). ..... 14
- Figura 1.5 - Pontos amostrados na Microbacia Santa Maria em Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS) no município de São José de Ubá, RJ: Fazenda Prosperidade (920 ha), (21°24'42"S 42°01'58"W), quatro outros fragmentos ZT (2,1 ha); JF (4,1 ha); HB (6,6 ha); JM (7,6 ha) e uma área de construção rural (CR). ..... 15
- Figura 1.6 - Pontos amostrados na Microbacia Caixa D'Água em Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) no município de Trajano de Morais, RJ: Mata da Cabecinha – CAB (22°05'51"S 42°05'38"W), com 876 ha, três outros fragmentos: TO (125 ha); PC (18 ha); HRF (14 ha); Horto regenerado HRG (12 ha) e uma área de construção rural (CR). ..... 16

Figura 2.1 - Destacados em preto os fragmentos florestais amostrados nas microbacias (1) Brejo da Cobiça em São Francisco de Itabapoana (FEST), (2) Santa Maria em São José de Ubá (FESS) e (3) Caixa D'Água em Trajano de Moraes, no Estado do Rio de Janeiro (FODM).....	20
Figura 2.2 - Modelos de ninhos-armadilha: (1) feixe de gomos de bambu e (2) tubos de cartolina de diferentes diâmetros inseridos em placa de madeira. Em detalhe: a) ninho de cartolina operculado (tampão de fechamento); b) vespa nidificando; c) NA disponível.....	21
Figura 2.3 - Curva representando as cinco espécies de maior importância nas comunidades de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana. 1- <i>Trypoxylon lactitarse</i> Saussure; 2- <i>Trypoxylon rogenhoferi</i> Kohl; 3- <i>Auplopus</i> sp1; 4- <i>Pachodynerus grandis</i> Willink & Roig-Alsina; 5- <i>Trypoxylon</i> sp3; 6- <i>Tetrapedia diversipes</i> Klug; 8- <i>Centris analis</i> Fabricius; 9- <i>Centris tarsata</i> Smith; 10- <i>Trypoxylon</i> sp8; 12- <i>Megachile benigna</i> Mitchell; 15- <i>Trypoxylon</i> sp5. ....	27
Figura 2.4 - Curva de rarefação, com limites de confiança, comparando as comunidades de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana. ....	28
Figura 2.5 - Curva de rarefação, com limites de confiança, comparando o uso de diferentes substratos das comunidades de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro; FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; NB – Ninho de bambu; NC – Ninho de cartolina.....	29
Figura 2.6 - Curva de rarefação, com limites de confiança, comparando as amostras (n=26) de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro; FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana. ....	29
Figura 2.7 - Variação da riqueza de abelhas (n=20), vespas (n=22) e inimigos naturais (n=38) provenientes de ninhos-armadilha (NA) estabelecidos durante o período de junho de 2007 a julho de 2009.....	31

## Lista de Tabelas

- Tabela 1.1 – Pontos amostrados em cada área de estudo com respectivas coordenadas e área da mancha florestal. FEST – Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta ombrófila densa Montana..... 13
- Tabela 2.1 - Número de ninhos-armadilha (NA), número de ninhos estabelecidos, número de emergentes e espécies potencialmente competidoras (formiga e outros) em ninhos-armadilha, entre junho/2007 e julho/2009, em Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST), Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS), Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) do Rio de Janeiro. NA = ninhos-armadilha, NB = em bambu, NC = em cartolina, t = total, outros = Orthoptera, Blattodea, Coleoptera e não insetos (Arachnidae, Amphibia e Reptilia)..... 24
- Tabela 2.2 - Espécies de Aculeata que nidificam em cavidades preexistentes, coletados em ninhos-armadilha, número de ninhos-armadilha ocupados (NB = em bambu, NC = em cartolina), e respectivos números de emergentes (Ind.), entre junho/2007 e julho/2009, no Estado do RJ: FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; em negrito estão destacadas as espécies exclusivas de cada área..... 25
- Tabela 2.3 - Parâmetros analisados para a comunidade de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; NC – Ninho de bambu; NC – Ninho de cartolina; A – comparação entre os diferentes substratos ocupados; B – comparação entre as fitofisionomias..... 27
- Tabela 2.4 – Teste de hipótese de Mann-Whitney (com correção de Bonferroni\ sem correção) da utilização de substratos pela comunidade de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; NC – Ninho de bambu; NC – Ninho de cartolina. A – comparação entre os diferentes substratos ocupados; B – comparação entre as fitofisionomias..... 30
- Tabela 2.5 - (A) Ocorrência e distribuição sazonal das espécies, baseado nos ninhos estabelecidos e (B) total de espécies nidificantes por mês, nas três fitofisionomias estudadas (FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana) no período de junho de 2007 a julho de 2009. Os meses em negrito correspondem à estação chuvosa que se estende do mês de outubro a abril..... 32
- Tabela 2.6 – Matriz de Correlações de Sperarman da riqueza e abundância de espécies com as médias mensais de variáveis abióticas no período de junho/2007 a julho/2009. FEST = Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros, FESS = Floresta Estacional Semidecidual Submontana, FODM = Floresta Ombrófila Densa Montana; ma = mês anterior à coleta, mc = mês da coleta. Tmax =

temperatura máxima, T <sub>min</sub> = temperatura mínima, T <sub>med</sub> = temperatura média, Pluv = pluviosidade, Umid = umidade relativa do ar, P <sub>Atm</sub> = pressão atmosférica. Os valores destacados em negrito correspondem uma forte correlação.....	34
Tabela 2.7 - Inimigos naturais de Aculeata nidificantes em ninho-armadilha (NA) obtidos nas três fitofisionomias estudadas no período de junho de 2007 a julho de 2009. N = número de ninhos-armadilha; A= abundância; FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta ombrófila densa Montana; SEF - sem emergência de fundador; (-) = não ocorrência; (*) = ninho misto, (#) = ocorrência de mais de um tipo de cleptoparasita/parasitoide em um mesmo NA.	35
Tabela 3.1 - Descrição das variáveis explicativas utilizadas para prever a riqueza de espécies de Aculeata das regiões estudadas.....	52
Tabela 3.2 – Valores das variáveis explicativas utilizadas para prever a riqueza de espécies de Aculeata das regiões estudadas. tFlorest - tipo fitofisionômico; Rb(F) - riqueza de abelhas nidificantes em ninho-armadilha; Rw(F) - riqueza de vespas nidificantes em ninho-armadilha; área(F) - área do fragmento amostrado; per(F) - perímetro do fragmento; forma(F) - índice de forma do fragmento; Rt(F) - número de espécies arbóreas; abveg(F) - área basal da vegetação arbórea; dist(NF) - distância do fragmento mais próximo; área(NF) - área do fragmento mais próximo; Altitude(F) – altitude do ponto de coleta em relação ao nível do mar.....	53
Tabela 3.3 – Matriz de correlação de Spearman para as variáveis explicativas, com seus respectivos critério de Akaike (AICc).....	56
Tabela 3.4 – Estimativa média dos parâmetros (Coeficiente), erro padrão incondicional (EP Incondicional), intervalo de confiança (IC) mínimo e máximo para as variáveis explicativas a partir de todas as combinações geradas pelos modelos.....	57
Tabela 3.5 – Modelos gerados com 95% de confiança, ranqueados pelo critério de Akaike (AICc), peso de Akaike (W) para cada modelo e a importância relativa de cada variável.....	58

## Resumo

A técnica de amostragem com ninhos-armadilha (NA) é utilizada para avaliar a composição e diversidade de abelhas e vespas que nidificam em cavidades preexistentes. O objetivo do estudo foi caracterizar a fauna de Aculeata nidificantes em cavidades preexistentes, com ênfase em abelhas e vespas capturadas em ninhos-armadilha (NA), avaliando comparativamente os parâmetros de riqueza, diversidade e sazonalidade, e os efeitos de características dos fragmentos florestais sobre a riqueza de espécies. A guilda foi amostrada em 16 fragmentos florestais em três fitofisionomias da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST, n=6 fragmentos), Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS, n=5) e Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM, n=5). Dois tipos de NA foram utilizados: gomos de bambu (NB) e tubos de cartolina preta (NC) inseridos em uma placa de madeira. A amostragem foi feita de junho de 2007 a julho de 2009, com inspeções mensais. Para a análise da influência das características do fragmento sobre a riqueza de espécies foram selecionados previamente oito possíveis fatores que poderiam influenciar a riqueza de espécies. Modelos lineares generalizados (GLM) foram utilizados para medir o efeito da influência destes fatores sobre a riqueza. Foram coletados 2626 NA fechados, 43,94% deles estabelecidos em FEST, 36,02% em FESS e 20,04% em FODM. Foram amostradas 22 espécies de vespas (FEST=14, FESS=12, FODM=16) e 20 espécies de abelhas (FEST=13, FESS=15, FODM=7). A maioria das espécies apresentou ocorrência sazonal. A riqueza foi correlacionada positivamente com a média da temperatura mínima. Tanto NB como NC foram utilizados pela maioria das espécies, mas *Euglossa pleosticta*, *Megachile (Chrysosarus) sp1*, *Megachile (Melanosarus) nigripennis* e *Megachile (Pseudocentron) inscita* ocorreram apenas em NB. Outras espécies como *Tetrapedia diversipes*, *Trypoxylon sp5*, *Trypoxylon sp7*, *Trypoxylini sp1* e *Zethus sp3*, nidificaram apenas em NC. A composição de espécies é semelhante, sendo FEST mais semelhante à FESS. Todas as áreas apresentaram espécies exclusivas de abelhas e/ou vespas, como *Hypanthidium foveolatum* e *Monobia angulosa* na FEST, *Megachile (Moureapis) benigna* e *Trypoxylon sp12* na FESS; e *Megachile (Austromegachile) cf. facialis* e *Trypoxylon sp5* na FODM. Contudo, não houve diferença na diversidade entre as áreas. *Trypoxylon lactitarse* ocorreu com alta abundância relativa em todas as áreas, sendo o mais abundante em FEST e FESS, e *Pachodynerus grandis*, com maior abundância em FODM. Foram associados aos Aculeata nidificantes 28 espécies de inimigos naturais. A riqueza de espécies nos fragmentos foi melhor

explicada pelo tipo de fitofisionomia, não havendo influência de outros fatores. A variação encontrada tanto na forma, perímetro, tamanho, distância entre os fragmentos, número de espécies arbóreas e área basal da vegetação não tiveram influência na riqueza de espécie em fragmentos de Mata Atlântica do norte – noroeste fluminense. A riqueza de espécies em NA é uma das maiores já registrada para regiões de Mata Atlântica e outros ecossistemas, e apesar da composição de espécies ser semelhante entre as fitofisionomias, foi observada maior similaridade entre FEST e FESS. Estudos que utilizam ninho-armadilha como ferramenta de amostragem de Aculeata são importantes para a produção de informações que permitirão o manejo e conservação das espécies, especialmente de abelhas, fortes polinizadores de plantas nativas e agrícolas, propiciando sua utilização em larga escala com aplicação direta na agricultura e preservação das áreas florestais nas imediações das culturas, assim como os remanescentes florestais mais isolados.

**Palavras chave:** abelhas solitárias, vespas solitárias, fragmentação, GLM, modelagem estatística, ArcGIS, Pompilidae, Vespidae, Sphecidae, Apidae, Megachilidae, Ichneumonidae, Chrysididae, Mutillidae.

## Abstract

Trap-nesting Aculeata (Insecta, Hymenoptera) in different phytophysiognomic types of Atlantic forest in Rio de Janeiro state.

The technique of sampling with trap nests (NA) is used to evaluate the composition and diversity of bees and wasps that nest in preexisting cavities. The study aims to characterize the fauna of Aculeata nesting in trap nests (NA), with emphasis on bees and wasps, through the analysis of richness, diversity and seasonality parameters, and the evaluation of the effects of forest fragments' characteristics on the species richness. The guild was sampled in 16 forest fragments in three vegetation types of the Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro: lowland semideciduous forest (FEST, n = 6 fragments), submontane semideciduous forest (FESS, n = 5) and dense mountain rain forest (FODM, n = 5). Two types of NA were used: bamboo canes (NB) and tubes of black cardboard (NC) inserted into a wooden plate. Sampling was done monthly from June 2007 to July 2009. To analyze the influence of the characteristics of the fragment on species richness were previously selected eight possible factors that could influence the species richness. Generalized linear models (GLM) were used to measure the effect of the influence of these factors on richness. We collected 2626 NA, 43.94% of them in FEST, 36.02% in FESS and 20.04% in FODM. We obtained 22 species of wasps (FEST = 14; FESS = 12, FODM = 16) and 20 species of bees (FEST = 13, FESS = 15, FODM = 7). Most species showed seasonal occurrence. Species richness was positively correlated with average minimum temperature. Both NB and NC were used by most species, but *Euglossa pleosticta*, *Megachile (Chrysosarus)* sp1, *Megachile (Melanosarus) nigripennis*, *Megachile (Pseudocentron) inscita* constructed nests only in NB. Others as *Tetrapedia diversipes*, *Trypoxylon* sp5, *Trypoxylon* sp7, *Trypoxylini* sp1 e *Zethus* sp3 nested only in NC. All areas showed unique species of bees and / or wasps as *Hypanthidium foveolatum*, and *Monobia angulosa* in FEST, *Megachile (Moureapis) benign* and *Trypoxylon* sp12 in FESS, and *Megachile (Austromegachile) cf. facialis* and *Trypoxylon* sp5 in FODM. However, there was no difference in diversity between the areas. *T. lactitarse* occurred with high relative abundance in all areas, was the most abundant specie in FESS and FEST and *Pachodynerus grandis*, occure with greater abundance in FODM. Other 28 species of natural enemies were associated with Aculeata host species. Species richness in fragments was better explained by the type of phytophysiognomy, without any influence of other factors. The variation found in form, perimeter, size, distance between fragments, tree species and basal area of vegetation

had no influence on species richness in fragments of Atlantic Forest in the north - northwest of Rio de Janeiro State. Species richness in NA was one of the largest ever recorded for Atlantic rain forests and other ecosystems, and although the species composition was similar among the three phytofysiognomies, there was greater similarity between FEST and FESS. Studies using trap nests as a tool for sampling Aculeata are important for the production of information that will enable the management and conservation of the species, especially bees, strong pollinators of native plants and agricultural products, allowing its use in large scale with direct application in agriculture and preservation of forest areas in the vicinity of crops, as well as the most isolated forest remnants.

**Keywords:** solitary bees, solitary wasps, fragmentation, GLM, statistical modeling, ArcGIS, Pompilidae, Vespidae, Sphecidae, Apidae, Megachilidae, Ichneumonidae, Chrysididae, Mutillidae.

## **Apresentação e Estrutura da Tese**

Esta Tese foi desenvolvida durante parte do monitoramento de biodiversidade realizado no projeto “Gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense”, o RIO RURAL-GEF, vinculado à Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro (SEAPPA-RJ), que visou à recuperação da biodiversidade de 50 microbacias do norte - noroeste fluminense. Três destas microbacias foram escolhidas para serem monitoradas integralmente quanto ao tipo de solo, análise dos corpos d’água e biodiversidade: Microbacia Brejo da Cobiça em São Francisco de Itabapoana; Microbacia Santa Maria em São José de Ubá; Microbacia Caixa D’Água em Trajano de Moraes. Os critérios de escolha das microbacias selecionadas foram a relevância e representatividade das demais bacias beneficiadas no projeto quanto aos parâmetros socioeconômicos e a melhor logística de apoio (as regionais da EMATER).

O corpo da tese está dividido em capítulos; inicialmente é feita uma introdução teórica (Introdução Geral) sobre o tema central da tese, a guilda de Aculeata amostrada com a técnica de ninho-armadilha (NA), seguida da caracterização dos tipos fitofisionômicos das áreas de estudo.

Seguindo essa introdução geral, o capítulo 2 avalia comparativamente os parâmetros de riqueza, diversidade e sazonalidade da guilda de Aculeata em NA nas microbacias: Microbacia Brejo da Cobiça (Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros – FEST); Microbacia Santa Maria (Floresta Estacional Semidecidual Submontana – FESS); Microbacia Caixa D’Água (Floresta Ombrófila Densa Montana - FODM) além de testar sua relação com os parâmetros abióticos.

No capítulo 3 são avaliados os efeitos de características dos fragmentos florestais sobre o padrão de riqueza nos fragmentos e sua importância relativa.

No capítulo 4 é feita uma discussão sobre os temas abordados na tese e o papel de algumas espécies como preceptoras de mudanças ambientais, além de indicar espécies potenciais como polinizadores na agricultura e considerações para futuros estudos e monitoramento das espécies. São feitas ainda, sugestões de manejo agrícola que aumentem a persistência das espécies nas regiões e que reduzam o impacto sobre a fauna nativa.

## Introdução Geral

### 1.1. A técnica de ninho-armadilha (NA)

Com a publicação do livro “Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates” pelo pesquisador norte-americano Karl von Vorse Krombein em 1967, a técnica de ninho-armadilha (NA) popularizou-se entre os entomólogos de todo o mundo. Este livro não só deu evidência à técnica, como também descreveu a biologia de nidificação de abelhas e vespas solitárias capturadas em NA. O autor apresentou as características de ninhos estabelecidos em ninhos armadilha por 75 espécies de vespas predadoras e 43 espécies de abelhas não parasitas, além disso, associou a estas espécies 83 outras espécies parasitas e inimigos naturais (Krombein 1967), sendo um importante ponto de partida para diferentes tipos de estudos.

A técnica de NA é apontada como uma boa ferramenta para levantamentos da diversidade de espécies de abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades preexistentes para nidificação (Garófalo *et al.* 1993, Camillo *et al.* 1995, Tschardtke *et al.* 1998). A amostragem com NA permite réplicas padronizadas (espaciais e temporais), por meio de um mesmo número e tipo de ninho-armadilha, evitando as diferenças provenientes de erros de esforço amostral e de variações na habilidade do coletor quando são utilizadas outras técnicas de captura como rede entomológica (Tschardtke *et al.* 1998). A técnica proporciona ainda a vantagem de amostrar exclusivamente as espécies reprodutivamente ativas no ambiente, excluindo aquelas que estejam apenas transitando pelo local (Morato 2000).

Dentre os tipos de NA mais utilizados, destacam-se: (1) tubos de papel cartolina de cor escura inseridos em cavidades em placas de madeira com perfurações de diferentes diâmetros, podendo conter perfurações de diferentes diâmetros ou não (Figura 1.1a, e Figura 1.2a, e, g<sub>1</sub>); (2) blocos de madeira perfurados e com corte longitudinal, sem uso de cartolina, arranjados de forma a compor um conjunto de blocos (Figura 1.1b, e Figura 1.2b, c, d, f); (3) seções de bambu (gomos), com uma das extremidades fechada pelo próprio nó. O bambu pode ainda ser cortado longitudinalmente, com as duas metades unidas com auxílio de fita adesiva (Figura 1.1c, e Figura 1.2c, e, g<sub>2</sub>) (Garófalo *et al.* 1993, Camillo *et al.* 1995).

A utilização de NA de cartolina e bambu (principalmente com corte longitudinal), quando instalados em florestas úmidas necessitam de manutenção e trocas constantes devido ao ataque de fungos e ação da umidade (observação pessoal, Morato & Martins 2006). A ocupação das cavidades por formigas, quando não for alvo de estudo, pode ser evitada com a utilização de óleo de motor colocado nas estacas ou por meio de substâncias especiais, necessitando também de manutenção para seu correto funcionamento.



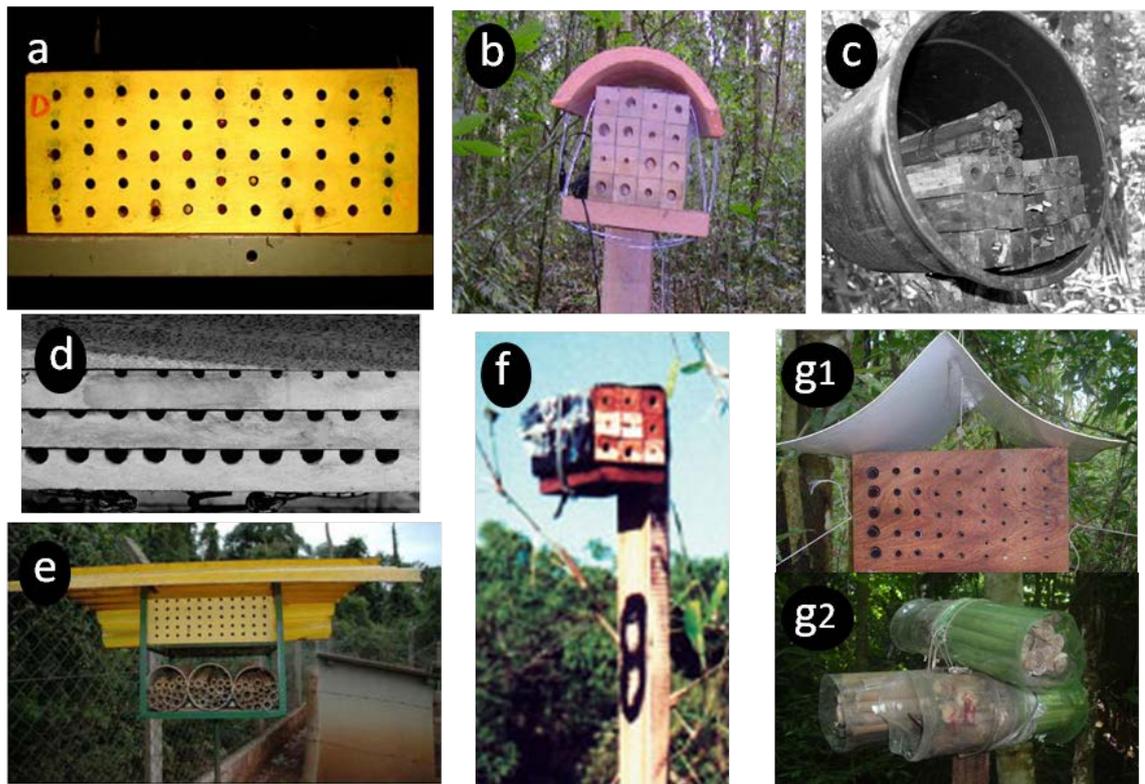
**Figura 1.1** - Ninhos-armadilha mais utilizados para estudos de abelhas e vespas solitárias. (a) tubos de cartolina de diferentes diâmetros em bloco de madeira (foto do autor); (b) pequenos blocos de madeira com perfuração de diferentes diâmetros com corte longitudinal sem utilização de cartolina; (c) gomos de bambu em feixes ou não, com corte longitudinal ou não (fotos do autor).

A técnica de ninhos-armadilha (NA) vem sendo utilizada para avaliar a riqueza, composição e diversidade de abelhas e vespas (Garófalo *et al.* 1993, Camillo *et al.* 1995, Garófalo 2000, 2004, Morato 2000), além de estudos sobre o desenvolvimento dos Aculeata (Alves-dos-Santos *et al.* 2002, 2006, Buys *et al.* 2004). A utilização de NA gera informações sobre a arquitetura interna dos ninhos (Figura 1.3) e materiais utilizados para sua confecção; período de nidificação; tempo de desenvolvimento dos insetos; razão sexual; parasitismo e recursos utilizados para provisãoamento (Alonso & Garófalo 2008, Buschini *et al.* 2008a, Caldano *et al.* 2008, Augusto & Garófalo 2009, Buschini *et al.* 2010, Silva Júnior 2010, Menezes 2011). Além disso, tem-se estudado a possibilidade de sua utilização no manejo de espécies para incremento da polinização de espécies agrícolas (Williams 1996, Bernardino & Gaglianone 2008, Klein *et al.* 2006, Melo *et al.* 2006).

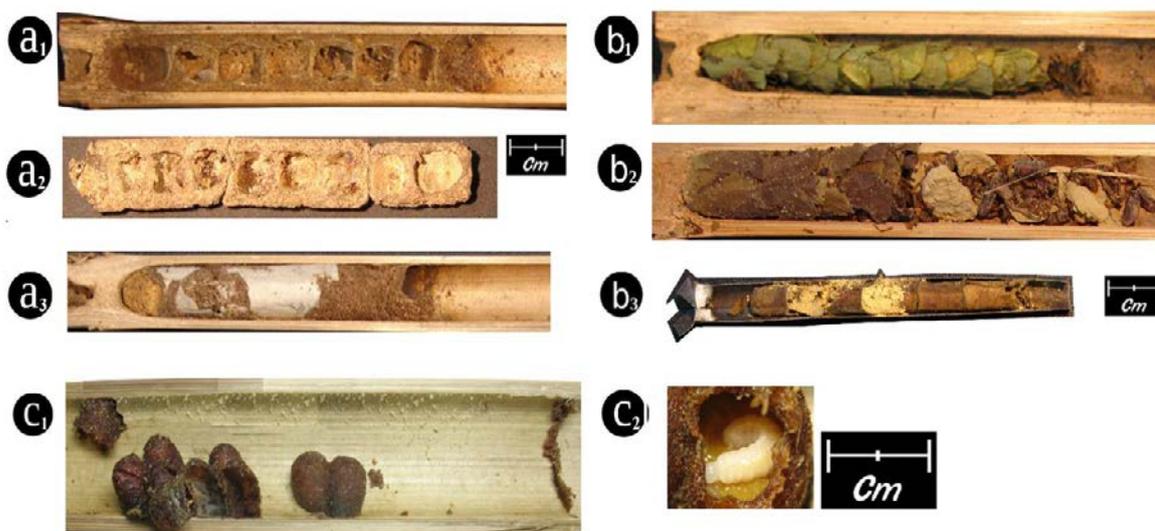
## 1.2. Espécies encontradas em ninho-armadilha (NA)

Estimativas, na literatura, sugerem que 85% das espécies de abelhas conhecidas apresentam comportamentos solitários de nidificação (Michener 1974, Batra 1984). Na região neotropical são encontradas espécies das famílias Apidae, Colletidae, Megachilidae, Andrenidae e Halictidae, consideradas como subfamílias na classificação proposta por Melo (1999). Estas famílias possuem espécies de grande importância na polinização de plantas nativas em vários ecossistemas (Schlindwein 2000, Michener 2007) e de plantas de cultivo da

região neotropical (Roubik 1995, Muller *et al.* 2006). Já 90% das espécies de vespas são solitárias (Evans & Eberhard 1970) e as larvas apresentam hábito carnívoro, o que confere a estas espécies importante papel no controle de populações de insetos e aranhas (Krombein 1967). As vespas que nidificam em cavidades preexistentes são pertencentes às famílias Pompilidae, Sphecidae e Vespidae (Krombein 1967, Hanson & Gauld 1995), além de Ampulicidae e Crabronidae - anteriormente subfamília de Sphecidae (Melo 1999) - (ver Anexo I).



**Figura 1.2** - Exemplos de modelos de estações de coleta com ninhos-armadilha para abelhas e vespas solitárias: (a) bloco de madeira com perfurações de 5 a 8 mm em prateleira em área coberta - Alonso 2008; (b) estação de coleta com blocos de madeira com corte longitudinal e perfuração de 5 a 13 mm, sobre estaca e com proteção - Woiski 2009; (c) feixes de bambu e blocos de madeira (4 a 12 mm) em um balde protetor amarrado em tronco de árvore – Marchi 2008; (d) três placas com 10 furos lineares (6, 8 e 10 mm) com plástico transparente entre as camadas para observação dos ninhos estabelecidos - Oliveira & Schlindwein 2009; (e) bloco de madeira com perfurações de diâmetro de 6 e 8 mm com comprimento 6 e 8 cm, e feixes de bambu em estrutura metálica com cobertura - Silva 2008; (f) conjunto de blocos de madeira com diâmetros entre 5 e 13 mm - Morato & Campos 2000; (g1-2) Bloco de madeira com várias cavidades (4 a 1,5 mm de diâmetro) e feixes de bambu – modelo utilizado pelo autor.



**Figura 1.3** - Cortes de bambu e tubos de cartolina mostrando estrutura e formas de utilização de ninhos-armadilha (NA) por Aculeata: a) Centridini: *Centris tarsata* em bambu (a1) e cartolina (a2) e estrutura externa do ninho de *Centris* sp em bambu; b) Megachilidae: (b1) ninho de *Megachile (Pseudocentron)* sp em bambu, (b2) ninho misto de *Megachile* sp e *Trypoxylon lactitarse* em bambu, (b3) ninho de *Megachile (Ptilosarus)* sp em cartolina; c) Euglossina: (c1) ninho de *Euglossa cordata* em bambu, (c2) em detalhe, célula de cria com larva.

### 1.2.1. Biologia e ecologia das espécies nidificantes

As espécies encontradas em NA são em sua maioria os Aculeata (Hymenoptera), principalmente espécies de abelhas e vespas de hábito solitário ou semissocial, que utilizam diversos tipos de substrato para a nidificação como troncos podres, cavidades feitas por besouros em caules e galhos, ou ainda, ninhos abandonados por outros Hymenoptera solitários (cavidades preexistentes), modificando-os ou não (Linsley 1958, Evans 1966). Root em 1967 utilizou o termo guilda para agrupar espécies que utilizam um mesmo recurso ambiental de forma semelhante. Assim sendo, um grupo de espécies que utilizam cavidades para nidificação, por ter um comportamento semelhante na utilização das mesmas, apesar de incluir grupos taxonômicos distintos e que podem utilizar recursos alimentares diferentes, é tratado neste trabalho e em outros (Morato & Martins 2006) como uma guilda.

Abelhas e vespas solitárias despendem a maior parte do seu tempo de vida na construção e aprovisionamento dos ninhos e os fatores que afetam essa atividade, como a disponibilidade de alimento e de locais para nidificação, são influenciados pela estrutura do ambiente (Morato & Martins 2006).

Entende-se aqui como solitárias aquelas espécies onde a construção do ninho e o forrageamento são realizados por uma única fêmea sem nenhum tipo de cooperação (Evans

1966). Após o acasalamento, a fêmea procura uma cavidade para a oviposição. Após esta escolha, a fêmea constrói uma célula de cria na qual coloca o provisionamento e o ovo, por final fecha a célula, onde se desenvolverá o imaturo. Na maioria das vezes esta fêmea morre antes da emergência da prole, não havendo desta forma, sobreposição de gerações (Evans 1966, Michener 1974, Batra 1984).

Estudos anteriores indicam que espécies com comportamento não solitário também podem ocupar os NA. Este é o caso de espécies do subgênero *Trypoxylon* (*Trypargilum*), cujos machos participam na defesa do ninho (Coville & Griswold 1984, Santoni & Del Lama 2007b, Santoni *et al.* 2009) e de algumas espécies de *Euglossa*, que podem apresentar ninhos ocupados concomitantemente por duas gerações, sendo mãe e filha ou indivíduos proximamente aparentados (Augusto & Garófalo 2004, 2009). No presente trabalho ambos os casos serão tratados juntamente com as espécies solitárias, sem distinção.

O diâmetro dos ninhos-armadilha utilizados varia de acordo com a espécie; 4, 6, 8, 10-11 mm são os diâmetros mais utilizados em ninhos armadilha para atraírem estes nidificantes. Em alguns trabalhos tem-se notado ainda a preferência de algumas espécies por cartolina ou bambu, além de especificidade quanto aos tamanhos de cavidades ocupadas; os Centridini, por exemplo, tendem a ocupar diâmetros de 6 a 13 mm podendo o substrato ser tanto bambu como cartolina (Pereira *et al.* 1999, Aguiar & Garófalo 2004, Aguiar *et al.* 2006, Ramos *et al.* 2010, Menezes 2011). Outros estudos apontam que o tipo de armadilha utilizada, assim como as estruturas usadas e local de instalação, podem influenciar na preferência de nidificação de espécies, como, por exemplo, *Tetrapedia*, que preferencialmente nidificam em locais de pouca umidade (Menezes 2011), e vespas em geral, que demonstram um aumento populacional em ninhos com proteção contra chuva (Taki *et al.* 2008). Deve-se levar em conta ainda que a oferta de diferentes substratos pode resultar em registros de um maior número de espécies (Garófalo 2000).

O tempo de construção do ninho e o período de emergência variam também entre as espécies, e uma mesma espécie pode apresentar diferenças neste período de construção (Krombein 1967, Camillo 2000, Reis 2006). Os ninhos de vespas são comumente construídos apenas com barro, enquanto que os ninhos de abelhas são mais variados podendo ser também de barro, areia, folhas e/ou flores ou ainda agregação de outros materiais de origem vegetal, como casca de árvore e resina (Hanson & Gauld 1995, Pérez-Maluf 1993).

Os Aculeata são holometábolos, apresentando um desenvolvimento com ovos - larva - pupa - adulto (Costa Lima 1962a, b, Goulet & Huber 1993). O macho, como na maioria dos

Hymenoptera, é geralmente menor que a fêmea (Brockmann & Grafen 1992), o que pode ser resultado de um menor consumo de alimento na fase larval (Krombein 1967). Sabe-se ainda que, normalmente, as células de machos são menores, o que proporciona menor volume para o provisionamento (Krombein 1967, Camillo 2000, Muller *et al.* 2006, Reis 2006). A forma e o número de células em um ninho variam dentro e entre as espécies (Roubik 1992). A razão sexual também é variável, até mesmo entre populações da mesma espécie. Este é o caso de *Centris tarsata*, para a qual foram observadas razão 1:1 (Viana *et al.* 2001b, Silva Júnior 2011) e 1:0,27 com maior produção de machos (Aguiar & Garófalo 2004), para a qual os autores sugeriram influência do diâmetro e tamanho do ninho. Silva Júnior (2011) observou uma variação na razão sexual de *Centris analis* (Fabricius) em diferentes habitat com uma maior produção de fêmeas, 1:0,32, em área de fragmentos de Mata Atlântica de baixada aluvial, sendo esta relação de 1:1,08 para área urbana (campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense), e de acordo com o autor, o maior número de fêmeas encontrado nos fragmentos florestais pode estar relacionado a maior disponibilidade de recursos no fragmento florestal, uma vez que a produção de fêmeas exige uma maior quantidade de recursos (Pérez-Maluf 1993, Morato *et al.* 1999).

### 1.2.2. Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha como grupo focal

A escolha de organismos como fontes de informação de mudanças ou alterações ambientais sobre a diversidade segue sete critérios sugeridos (Noss 1990, Pearson 1994). Hymenoptera Aculeata atingem estes critérios em grande parte, como descrito abaixo:

- O levantamento de sua população é fácil e rápido;

Com visitas rápidas ao local de estudo e o fácil manuseio dos ninhos pode-se acompanhar sazonalmente os períodos de nidificação e emergência, facilitando o levantamento da população;

- Categorias taxonômicas mais elevadas (ordem, família, tribo e gênero) apresentam ampla distribuição geográfica e em diferentes tipos de habitat;

Famílias e gêneros são amplamente distribuídos – A distribuição geográfica de muitas espécies já é conhecida, com as mesmas espécies ocorrentes em diferentes ecossistemas e regiões, como é o caso de *Trypoxylon lactitarse* Saussure e *Centris tarsata* Smith presentes em estudos desde os pampas, no sul do país, até a Amazônia

(Gonçalves & Zanella 2003, Buschini 2005, Salla *et al.* 2007, Buschini & Woiski 2008, Muniz *et al.* 2008).

- Categorias taxonômicas inferiores (espécies e subespécies) com alta especialização, resultando em alta sensibilidade às mudanças em seu ambiente (Simpson & Neff 1981, Schlindwein 2000):

Várias espécies de abelhas são específicas quanto ao tipo de provisionamento alimentar (aranhas para *Trypoxylon*: Borba & Buschini 2005, Araújo & Gonzaga 2007) e de material de construção das células de cria (Megachilidae: utilizam pétalas e folhas de algumas famílias de plantas na construção dos ninhos: Raw 2004), sendo sugeridas como indicadoras de alterações ambientais (Tscharncke *et al.* 1998).

- Alguma evidência de que o padrão observado na categoria indicadora reflita-se em outras categorias;

Como muitas espécies de abelhas são polinizadoras e vespas predadoras, a ausência destes polinizadores, e na falta de agentes de controle biológicos, as comunidades vegetais e animais podem ser afetadas (Krombein 1967, Muller *et al.* 2006).

- Importância econômica potencial;

Estudos indicam grande participação das abelhas nativas no papel da polinização de plantas nativas e culturas agrícolas (Tscharncke *et al.* 1998, Imperatriz-Fonseca 2004, Klein *et al.* 2006, Muller *et al.* 2006, Ollerton *et al.* 2011).

- Organismos taxonomicamente bem conhecidos e estáveis;

O grupo Aculeata é amplamente conhecido em seus táxons superiores; entretanto, há ainda divergências filogenéticas e, além disso, no Brasil, vários gêneros necessitam de revisão e diversas “espécies novas” precisam ser oficialmente descritas (Silveira *et al.* 2002a, b, Alves-dos-Santos 2005, Hermes & Köhler 2004).

- Ciclo de vida e biologia bem conhecidos;

Como esta guilda – em se tratando das espécies de Hymenoptera que utilizam cavidades preexistentes para a nidificação - é ainda pouco estudada, aspectos ecológicos e biológicos são ainda incipientes;

A guilda em questão responde pelo menos parcialmente a cinco primeiros critérios sugeridos e diante desses aspectos, foi escolhida como objeto de investigação deste estudo.

### 1.2.3. Trabalhos com ninho-armadilha no Brasil e ocorrência de abelhas e vespas

Grandes esforços têm sido empreendidos por diversos grupos de pesquisa no Brasil, principalmente nos últimos anos, para o conhecimento da fauna de Hymenoptera nos ecossistemas em todo território, especialmente sobre espécies que nidificam em cavidades, inclusive em ninhos-armadilha. Embora algumas compilações de trabalhos e relação das espécies encontradas em diferentes estudos estejam disponíveis (Garófalo 2004, Garófalo *et al.* 2004), grande parte dos trabalhos ainda se encontra em fontes não publicadas. A partir de buscas na Plataforma Lattes e em bases digitais por trabalhos que fizeram referência ao uso dos ninhos-armadilha, foi identificado um total de 325 trabalhos realizados no Brasil, entre o período de 1978 a 2009, sendo, 104 destes, publicações indexadas. Deste montante, 142 trabalhos continham listagem de ocorrência de espécies que nidificam em NA com localização geográfica ou referência ao bioma estudado e estão listados no Anexo I. O Anexo II traz as espécies de Aculeata associadas às espécies nidificantes também com indicações do bioma.

A dificuldade na determinação taxonômica é um fator constante nos estudos de ecologia (Brandão *et al.* 2002, Silveira *et al.* 2002b, Marinoni *et al.* 2005), o que se reflete na precisão taxonômica encontrada nos trabalhos. Dentre as espécies registradas (121 espécies e morfoespécies) de vespas (Parasítica e Aculeata) apenas 45,5% (n=55) estavam identificadas em nível específico; em relação às abelhas registradas (136 espécies e morfoespécies), 72,1% (n=98) estavam com nome em nível de espécie. Este fato dificulta a análise comparativa entre áreas e o reconhecimento de padrões espaciais ou temporais das espécies, entretanto, não dificulta a comparação de riqueza e diversidade, uma vez que a utilização de morfoespécies possibilita esta comparação (Didham *et al.* 2006 e 2008).

As espécies de abelhas e vespas encontradas em NA podem ser classificadas quanto ao seu comportamento como nidificantes (ver Anexo I) ou cleptoparasitas/parasitoides (Krombein 1967; ver Anexo II). As espécies nidificantes são aquelas que constroem e provisionam os ninhos, enquanto que outras usurpam os ninhos e provisões e matam ou se alimentam dos ovos, larvas ou pupas de seus hospedeiros.

Para o Brasil foram identificadas cerca de 148 espécies nidificantes e 44 cleptoparasitas ou parasitoides (Anexos I e II). As espécies de vespas nidificantes citadas para o Brasil pertencem às famílias Vespidae (10 gêneros), Crabronidae (5), Sphecidae (3), Pompilidae (3) e Ampulicidae (1). Dentre as abelhas, estão espécies das famílias Apidae (Centridini: 1 gênero; Euglossini: 3; Tetrapediini: 1, Xylocopini: 1), Megachilidae (Anthidiini:

12 gêneros; Megachilini: 1), Colletidae (Colletini: 2; Hylaeini: 1) (Anexo I).

Entre as espécies cleptoparasitas ou parasitoides (baseado em 68 trabalhos; Anexo II) são conhecidas espécies de vespas Eulophidae (*Melittobia* spp.), Ichneumonidae (4 gêneros), Chrysididae (4), Mutillidae (2), Sapygidae (1), Leucospidae (1), Ampulicidae (1), e Braconidae (1). As abelhas cleptoparasitas conhecidas pertencem às famílias Apidae (Ericrocidini: 2 gêneros; Euglossini: 1; Tetrapediini: 1) e Megachilidae (Anthidiini: 2 gêneros; Megachilini: 1).

Em alguns trabalhos têm sido observados efeitos de sazonalidade sobre as espécies de abelhas e vespas, apontando que há uma relação de aumento no número de ninhos e de espécies encontradas com o aumento da pluviosidade ao longo do ano (Morato 2000, Martins *et al.* 2002, Reis 2006); além disso, outros estudos indicam que abelhas solitárias são ativas durante a maior parte do ano, com algumas espécies com restrições sazonais (Michener 1954 e Sakagami *et al.* 1967). Assis & Camillo (1997) demonstram que *Pachodynerus praecox* (Saussure, 1856) nidifica apenas durante uma das estações, a seca e fria. Neste mesmo estudo, foi também observado que, em Centridini, as abelhas que forrageiam durante a estação seca são menores e menos abundantes em relação aos espécimes da estação chuvosa. Alguns trabalhos indicam ainda que possa existir uma influência temporal na ocupação dos NA, como Viana *et al.* (2001a) e Martins *et al.* (2002), que observaram aumento de até 50% na riqueza de espécies de vespas e abelhas no segundo ano de amostragem, e Reis (2006), na restinga no Estado do Rio de Janeiro, que observou um aumento de 67% de ocupação dos ninhos e um acréscimo de 26% na riqueza de espécies para a área de estudo durante o segundo ano amostral. Indicando assim a importância dos levantamentos terem amostragens periódicas durante todo o ano e serem estudos de médio e longo prazos.

As consequências do declínio da população de abelhas e o crescente déficit de polinização observado na agricultura mundial continuam a chamar atenção dos pesquisadores (Thomson 2001; Vaissière *et al.* 2010). Temores da diminuição de alimentos e perdas tanto econômicas quanto biológicas (Kevan & Phillips 2001, Kevan & Imperatriz-Fonseca 2002, Klein *et al.* 2007) provocaram uma nova vertente na literatura científica, que examina os problemas associados a ações antrópicas sobre os polinizadores, utilizando-se da ecologia de paisagens e modelagem estatística como ferramenta (Turner, Gardner & O'Neill 2001, Guisan & Zimmermann 2000, Guisan *et al.* 2002, Mourão & Magnusson 2007). Estes trabalhos demonstram a existência da relação entre a matriz de paisagem e populações de abelhas, no entanto, essas relações e escala regional não são ainda totalmente conhecidos (Dauber *et al.* 2003, Steffan-Dewenter 2003, Kremen *et al.* 2004, Tschardtke *et al.* 2005, Kovács-

Hostyánszki *et al.* 2011).

### 1.3. Área de Estudo

A Mata Atlântica configura uma grande faixa territorial do Brasil, sendo composta por diferentes formas de relevo, paisagens, características climáticas distintas e uma diversidade cultural da população humana (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2009). Por toda a extensão da Mata Atlântica, a ação antrópica se faz sentir em maior ou menor intensidade, especialmente pela ocupação humana, exploração de madeiras e essências nativas, atividades de mineração, proximidade de polos industriais, especulação imobiliária, construção de rodovias e barragens (Costa *et al.* 1999). E em especial neste caso, a exploração pecuária e agrícola fora dos padrões da capacidade de suporte, muitas vezes acarretando o surgimento de processos erosivos e consequente depauperamento dos solos e assoreamento dos corpos d'água (Schwenck 2004).

As áreas da Mata Atlântica mais criticamente ameaçadas pelas ações antrópicas encontram-se nas regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro, que apresentam grande perda de cobertura florestal, com alto grau de degradação e manchas de erosão. As maiores extensões de florestas contínuas e conservadas (remanescentes florestais), no Estado do Rio de Janeiro, encontram-se nas regiões de Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba, se estendendo, ainda, desde a Reserva Biológica de Tinguá, passando pelo Parque Nacional da Serra dos Órgãos e indo até o Parque Estadual do Desengano (Rambaldi *et al.* 2003).

Foram selecionados para o monitoramento das espécies de abelhas e vespas solitárias os maiores remanescentes florestais de cada uma das três microbacias estudadas no norte - noroeste do Estado do Rio de Janeiro, além de outros fragmentos menores para comparação, sendo todos de matas secundárias, atendendo aos critérios de tamanho, estágio de conservação, acessibilidade e permissão dos proprietários, abrangendo as seguintes fitofisionomias, segundo a classificação de Veloso *et al.* (1991): Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST), Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS) e Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS).

Florestas Estacionais Semidecíduais – São caracterizadas pela perda parcial das folhas, proporcionada pela dupla estacionalidade climática com estações seca e chuvosa bem definidas, das quais a duração influencia na porcentagem de queda das folhas (Veloso *et al.* 1991). Foram estudadas duas fisionomias incluídas nesta classe:

**1. Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros – FEST:** matas encontradas frequentemente sobre tabuleiros terciários com elevação entre 5 a 100 m. Este tipo fitofisionômico estende-se desde o sul da cidade de Natal até o norte do Estado do Rio de Janeiro, até as proximidades da cidade de Cabo Frio. O clima é do tipo Aw tropical subúmido (sensu Köppen-Geiger), com invernos secos e verões úmidos e com pelo menos seis meses de déficit hídrico, durante o ano. A temperatura média anual é de 22,8° C e precipitação média anual em torno de 900 mm.

A Bacia Hidrográfica do Rio Guaxindiba (Microbacia Brejo da Cobiça) pertence ao município de São Francisco do Itabapoana e engloba a Estação Ecológica de Guaxindiba, o maior remanescente de floresta estacional sobre tabuleiro típico de baixada e alagados que ocorrem na região. A paisagem é composta principalmente por um relevo plano com plantios de monocultura, pastagens e manchas secundárias de Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST) de diferentes tamanhos (Archanjo *et al.* 2009). A região sofreu de grande exploração madeireira principalmente devido à peroba de Campos (*Paratecoma peroba*). Os principais produtos agropecuários são cana-de-açúcar, abacaxi, maracujá, goiaba, coco, mandioca, feijão Caupi e pecuária de corte e leite (Silva & Nascimento 2001, Nascimento & Silva 2003, SEAPPA 2007, 2008a).

Foram amostrados na região seis fragmentos (Tabela 1.1): Mata do Carvão - Estação Ecológica de Guaxindiba (1200 ha de floresta), Frag7; Sigmaringa; Santana; Alfeu; Santo Antônio - e uma área de construção rural em alvenaria (CR) próxima a área de pecuária e extração de leite (Figura 1.4);

**2. Floresta Estacional Semidecidual Submontana – FESS:** Caracteriza-se pela ocorrência em planaltos ou serras com elevação entre 50 e 500 m de altitude, e encontra-se distribuída desde o sul da Bahia e Espírito Santo até o Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, sudoeste do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul. O clima é do tipo Aw tropical subúmido (sensu Köppen-Geiger), com invernos secos e verões úmidos e com pelo menos seis meses de déficit hídrico, durante o ano. A temperatura média anual é de 23° C e a precipitação média anual é em torno de 1200 mm.

A Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (Microbacia Santa Maria) pertencente ao município de São José de Ubá é uma das regiões mais secas e degradadas do Estado. A paisagem é composta de um relevo que varia de plano a montanhoso, com atividades essencialmente agropecuárias com plantios de monocultura

de histórico sucessivo, pastagens e pequenas manchas secundárias de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS), apresentando ainda, muitas vezes, erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água, como consequência da ocupação não planejada das terras e dos sistemas agrícolas. Os produtos agropecuários são principalmente tomate e pimentão além de pecuária de corte e leite de baixa produtividade (Dan 2009, Souza 2009, SEAPPA 2007, 2008c, Dan *et al.* 2010).

Foram amostrados cinco fragmentos: Prosperidade (920 ha), ZT; JF; HB; JM - e uma área de construção rural em alvenaria (casa) próxima à plantação de subsistência (Tabela 1.1; Figura 1.5);

Floresta Ombrófila Densa – Caracteriza-se por uma cobertura arbórea densa, pereniforme e bem desenvolvida, com presença de plantas de alto (30 a 50m de altura) e médio (20 a 30m) porte, além de lianas e epífitas, ocorrendo em regiões de temperaturas elevadas e de alta precipitação (Velooso *et al.* 1991).

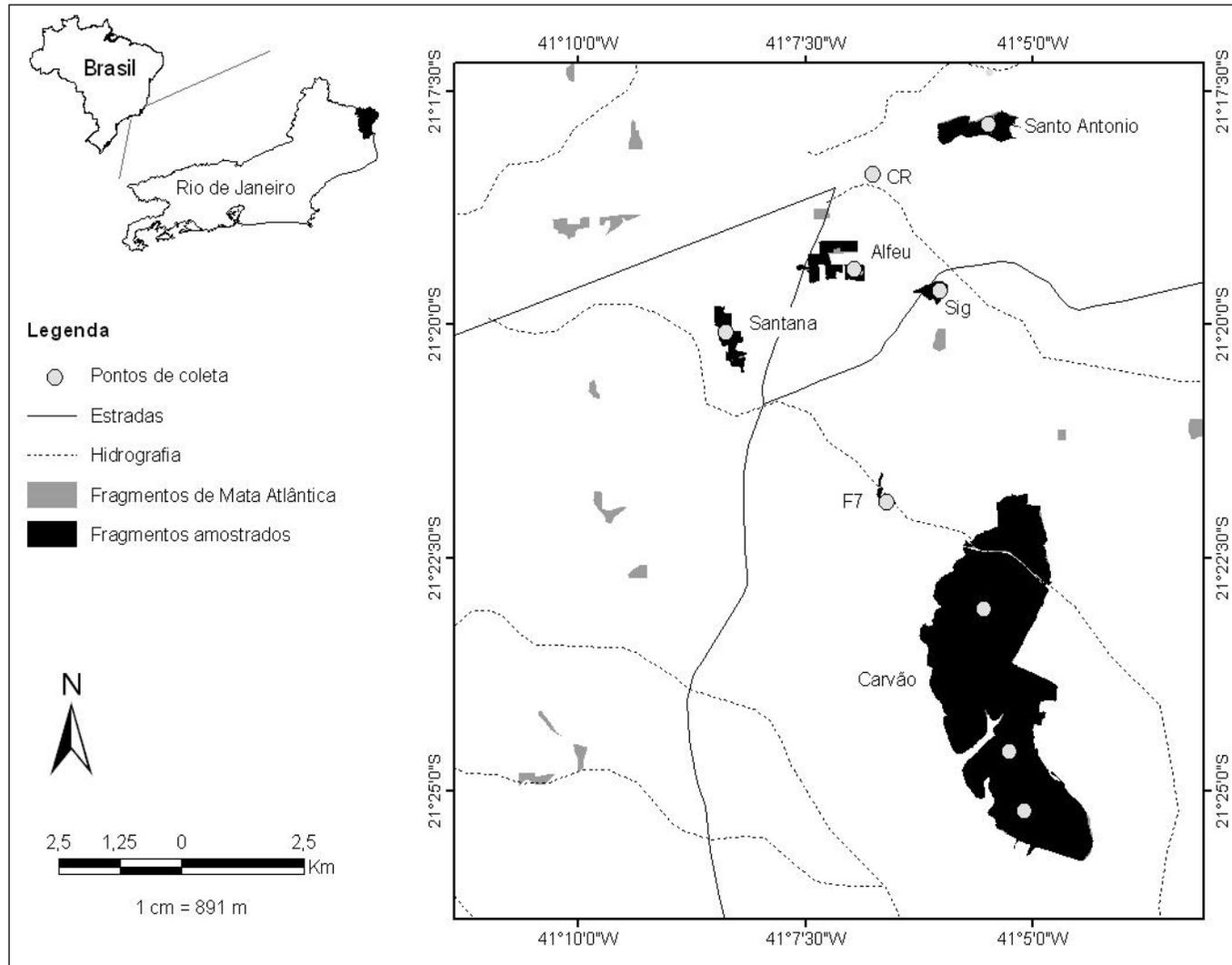
**3. Floresta Ombrófila Densa Montana – FODM:** Ocorre em altos planaltos ou serras com elevação entre 500 a 1500 m de altitude com árvores com cerca de 10 a 20 m de altura na região do estudo. O clima é do tipo Cwa tropical de altitude (sensu Köppen-Geiger), com geada, ventos frios e neblina no inverno e verões chuvosos e amenos. A temperatura média anual é de 22° C e a precipitação média anual é superior a 2500 mm.

A Bacia Hidrográfica do Rio Imbé (Microbacia Caixa D'Água), localizada no município de Trajano de Moraes, e abriga várias nascentes do Rio Imbé. . A paisagem é composta de um relevo em sua maioria submontano a montanhoso, com plantios de monocultura, pastagens e fragmentos secundários de Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) de diferentes tamanhos. Os principais produtos da região são o eucalipto e banana, havendo uma pequena produção de leite, legumes, queijo, mel (Apicultura e Meliponicultura) e outras frutas (SEAPPA 2007, 2008b).

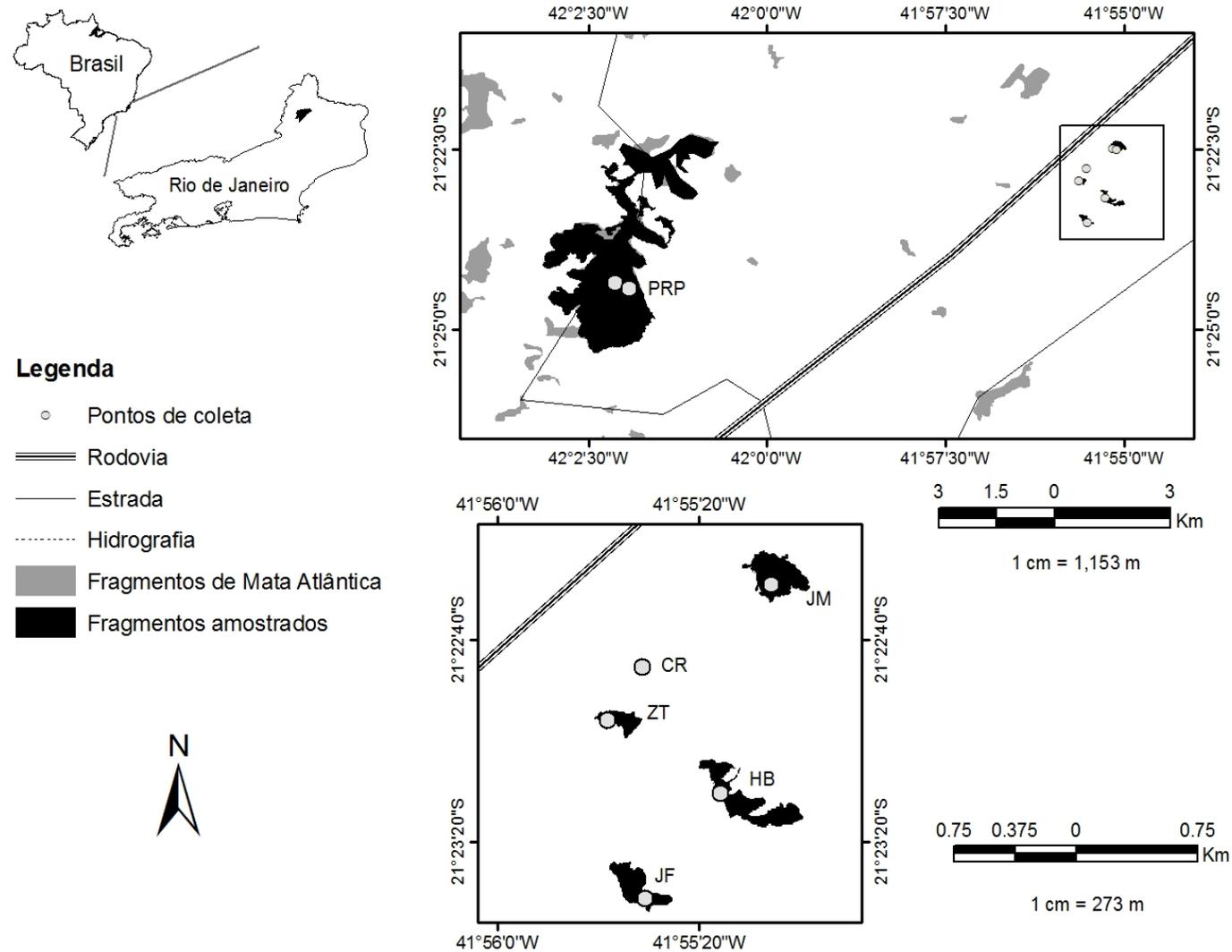
Pontos amostrados: Mata da Cabecinha, com 876 ha, a 790 m de altitude, três outros fragmentos - PC; Horto; Torre (Tabela 1.1), e uma área de construção rural em alvenaria (CR) próxima a um pequeno pomar (Figura 1.6).

**Tabela 1.1** – Pontos amostrados em cada área de estudo com respectivas coordenadas e área da mancha florestal. FEST – Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta ombrófila densa Montana.

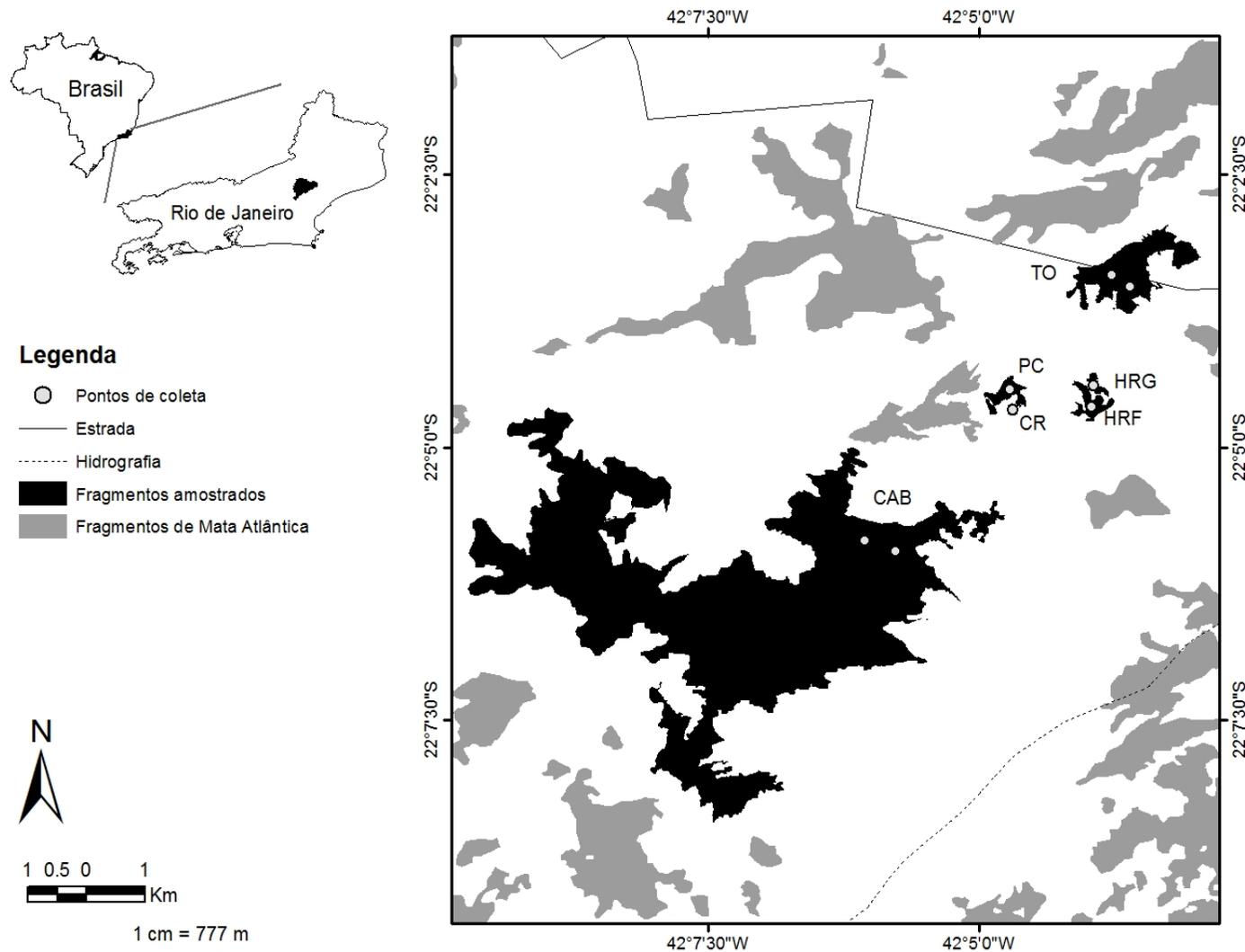
Áreas de estudo	Região	Síglas	Coordenadas	Área (ha)
Mata da Prosperidade	FESS	PRP	21°24'42"S 42°01'58"W	920,0
Fazenda José Marinho	FESS	JM	21°22'32"S 41°55'04"W	7,6
Fazenda Humberto	FESS	HB	21°23'10"S 41°55'15"W	6,6
Fazenda José Francisco	FESS	JF	21°23'30"S 41°55'30"W	4,1
Fragmento ZT	FESS	ZT	21°22'55"S 41°55'37"W	2,1
Mata do Carvão	FEST	MC	21°24'45"S 41°05'10"W	1200,0
Fazenda Santo Antônio	FEST	FSA	21°17'50"S 41°05'40"W	57,0
Fazenda Sr. Alfeu	FEST	ALF	21°19'10"S 41°07'15"W	55,1
Fazenda Santana	FEST	FS	21°20'05"S 41°08'20"W	35,3
Fazenda Sigmaringa	FEST	SIG	21°19'40"S 41°06'04"W	16,0
Fragmento7	FEST	F7	21°21'50"S 41°06'40"W	5,5
Mata da Cabecinha	FODM	CAB	22°05'51"S 42°05'38"W	876,0
Mata da Torre	FODM	TO	22°03'29"S 42°03'40"W	125,0
Mata do PC	FODM	PC	22°04'31"S 42°04'42"W	18,0
Horto regenerado	FODM	HRG	22°04'19"S 42°03'56"W	14,0
Horto reflorestado	FODM	HRF	22°04'39"S 42°03'60"W	12,0



**Figura 1.4** - Pontos amostrados na Microbacia Brejo da Cobiça em Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST) no município de São Francisco de Itabapoana, RJ: Estação Ecológica de Guaxindiba (Carvão) 1200 ha ( $21^{\circ}24'45''\text{S}$   $41^{\circ}05'10''\text{W}$ ) e cinco outros fragmentos: F7 (5,5 ha); Sig (16 ha); Santana (35,3 ha); Alfeu (55,1 ha); Santo Antônio (57 ha) e uma área de construção rural (CR).



**Figura 1.5** - Pontos amostrados na Microbacia Santa Maria em **Floresta Estacional Semidecidual Submontana** (FESS) no município de São José de Ubá, RJ: Fazenda Prosperidade (920 ha), (21°24'42"S 42°01'58"W), quatro outros fragmentos ZT (2,1 ha); JF (4,1 ha); HB (6,6 ha); JM (7,6 ha) e uma área de construção rural (CR).



**Figura 1.6** - Pontos amostrados na Microbacia Caixa D'Água em Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) no município de Trajano de Morais, RJ: Mata da Cabecinha – CAB ( $22^{\circ}05'51''S$   $42^{\circ}05'38''W$ ), com 876 ha, três outros fragmentos: TO (125 ha); PC (18 ha); HRF (14 ha); Horto regenerado HRG (12 ha) e uma área de construção rural (CR).

**Capítulo 1:** Composição de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) que nidificam em ninhos-armadilha e inimigos naturais em três fitofisionomias de Mata Atlântica no norte - noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

### Resumo

Dentre as espécies de vespas e abelhas que utilizam cavidades preexistentes, existem espécies de grande importância para a agricultura e plantas nativas, entretanto, pouco se sabe ainda sobre padrões de ocorrência destes grupos no Brasil e as relações com espécies associadas. Esta guilda foi amostrada em 16 fragmentos florestais de matas secundárias em três microbacias situadas no Estado do Rio de Janeiro: Brejo da Cobiça em São Francisco de Itabapoana (Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros = FEST, n=6 fragmentos), Santa Maria em São José de Ubá (Floresta Estacional Semidecidual Submontana = FESS, n=5) e Caixa D'Água em Trajano de Moraes (Floresta Ombrófila Densa Montana = FODM, n=5). Foram utilizados 21 pontos amostrais em 16 fragmentos florestais e um ponto associado a construções rurais em cada área. Dois tipos de NA foram utilizados: (NB) gomos de bambu e (NC) tubos de cartolina preta inseridos em uma placa de madeira. A amostragem da guilda foi realizada mensalmente durante 26 meses (de junho de 2007 a julho de 2009). Foram coletados 2626 NA, 43,94% deles estabelecidos em FEST, 36,02% em FESS e 20,04% em FODM. Foram obtidas 22 espécies de vespas (FEST=14; FESS=12, FODM=16) e 20 espécies de abelhas (FEST=13, FESS=15, FODM=7) e 39 espécies de inimigos foram associados aos Aculeata nidificantes. A maioria das espécies apresentou ocorrência sazonal. A riqueza foi correlacionada positivamente com a média da temperatura mínima (FEST:  $r_s=0,78$ , FESS:  $r_s=0,84$ , FODM:  $r_s=0,70$ ). A abundância em FEST teve correlação positiva com a média da temperatura mínima ( $r_s=0,71$ ) do mês anterior à coleta do ninho. Tanto NB como NC foram utilizados pela maioria das espécies, mas *Euglossa pleosticta*, *Megachile (Chryosarus)* sp1, *Megachile (Melanosarus) nigripennis*, *Megachile (Pseudocentron) inscita* ocorreram apenas em NB. Outras espécies como *Tetrapedia diversipes*, *Trypoxylon* sp5, *Trypoxylon* sp7, *Trypoxylini* sp1, *Zethus* sp3, nidificaram apenas em NC. A menor diversidade de espécies em FODM em relação às outras duas áreas pode estar relacionada ao fato do bambu ser mais vulnerável ao ataque de fungos nesta região devido à maior umidade relativa do ar nesta área.

**Palavras chave:** abelhas solitárias, vespas solitárias, fragmentação, Pompilidae, Vespidae, Sphecidae, Apidae, Megachilidae, Ichneumonidae, Chrysididae, Mutillidae.

## 2.1. Introdução

Nas últimas décadas, diferentes abordagens que complementam os inventários e estudo sobre o comportamento de abelhas e vespas solitárias e semissociais vêm sendo desenvolvidas através de estudos com ninhos-armadilha (NA). Destacam-se estudos sobre a preferência por tipos de habitat, substratos ou cavidades para a construção de ninhos (Campos 2000, Garófalo 2000, Aguiar 2002, Buschini 2006) e análises da arquitetura de ninhos (Garófalo *et al.* 1989, 1993, Silva *et al.* 2001, Zillikens & Steiner 2004, Camillo 2005, Teixeira *et al.* 2011), assim como relações do número de células de cria com comprimento e largura do ninho-armadilha (Assis & Camillo 1997, Budrys *et al.* 2010), características do provisionamento larval, assim como dados morfológicos como tamanho corporal e sexo dos indivíduos emergentes, (Garófalo 2000, Morato 2000, Buschini & Bergamaschi 2009). Estas abordagens têm contribuído para a compreensão da ecologia e biologia das espécies dessa guilda.

Dentre as abelhas encontradas em NA existem espécies de grande importância para a polinização, tanto de plantas nativas (Michener 2007, Schlindwein 2000) como de plantas cultivadas da região neotropical (Roubik 1995, Muller *et al.* 2006, Ollerton *et al.* 2011). Estas abelhas coletam recursos florais para o provisionamento larval como pólen, néctar e óleo (Michener 2007). Entre as vespas que fazem ninhos em NA e que podem também atuar como polinizadoras, por alimentarem-se de néctar ou pólen, são encontradas espécies que, por possuírem larvas de hábito carnívoro, auxiliam no controle populacional de aranhas e outros insetos (Krombein 1967). Como exemplo, as espécies da família Vespidae, em sua maioria, são predadoras de larvas de Lepidoptera; Crabronidae e Pompilidae utilizam aranhas como alimento larval (Hanson & Gauld 1995, Buschini *et al.* 2008a, 2010).

Associadas às espécies nidificantes são encontrados inimigos naturais que podem ser classificados em dois grupos: os cleptoparasitas, que utilizam os recursos alimentares provisionados para as larvas do hospedeiro (espécie nidificante) e os parasitoides, que se alimentam dos imaturos dos hospedeiros. No primeiro grupo, estão, por exemplo, *Coelioxys* spp. associados a abelhas e Chrysididae spp. a vespas, além de outras espécies de Hymenoptera, Diptera (Bombyliidae e Tachinidae) e Coleoptera (Meloidae, Mordellidae e Dermestidae). Como parasitoides, podem ser citados *Melittobia* sp. e outros Eulophidae, Braconidae, Chalcidoidea e Ichneumonidae (Roubik 1992).

Entretanto, de maneira geral, pouco se sabe sobre padrões de distribuição dos grupos e espécies de vespas e abelhas que utilizam cavidades preexistentes no Brasil, sendo os estudos com esta guilda, conflitantes quanto aos grupos dominantes, mostrando que em

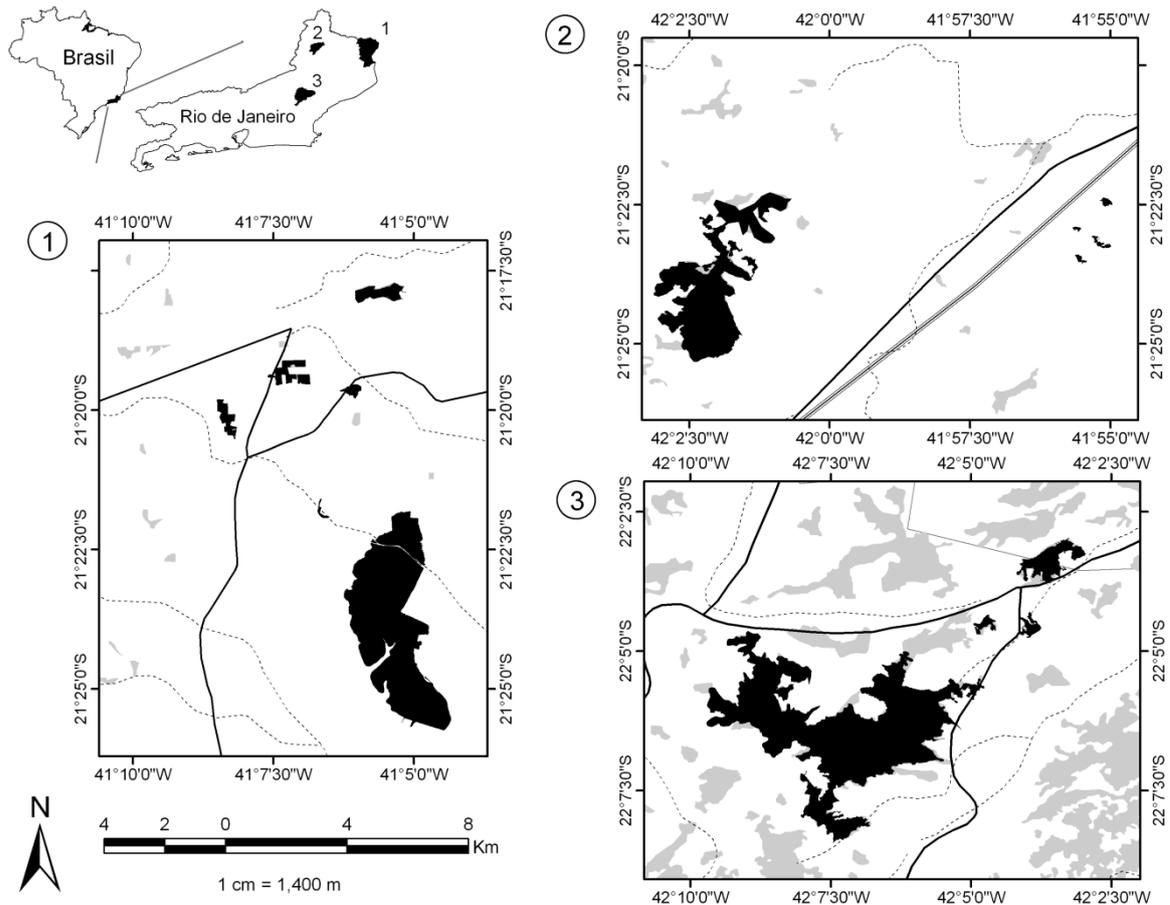
algumas áreas há uma maior ocupação dos ninhos por vespas (Pérez-Maluf 1993, Campos 2000, Morato & Campos 2000), enquanto que em outras, por abelhas (Martins *et al.* 2002, Buschini 2006), indicando que esta guilda pode demonstrar diferente composição em áreas distintas. Na região de Mata Atlântica, no Estado do Rio de Janeiro, existem poucos trabalhos amostrando esta guilda como Reis (2006) em restinga; Marques (2008), Silva Júnior (2008) e Silva (2009) em mata estacional semidecidual sobre tabuleiros; Deprá (2010) e Menezes (2011), ambos em florestas ombrófila densa submontana e em plantios abandonados de eucalipto.

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a fauna de Aculeata nidificantes em cavidades preexistentes (ANCP), com ênfase em abelhas e vespas capturadas em ninhos-armadilha, em diferentes tipos fitofisionômicos da Mata Atlântica do norte - noroeste Fluminense, analisando comparativamente entre as áreas a composição, diversidade, riqueza, abundância e sazonalidade desta guilda, além de avaliar as associações das espécies nidificantes com outras espécies de insetos (cleptoparasitas ou parasitoides).

## 2.2. Material e Métodos

### 2.2.1. Área de estudos e pontos amostrais

O estudo foi realizado em três microbacias situadas no Estado do Rio de Janeiro com matas secundárias de diferentes tipos fitofisionômicos: Microbacia Brejo da Cobiça em São Francisco de Itabapoana – Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST; 21°17,07' a 21°06,06'S - 41°04,07' a 41°14,18'W); Microbacia Santa Maria em São José de Ubá – Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS; 21°22' a 21°24'S - 41°54' a 42°02'W) e Microbacia Caixa D'Água em Trajano de Moraes – Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM; 22°03' a 22° 06' S - 42°02' a 42°06'W) (Figura 1.1; para maiores detalhes das áreas ver Introdução Geral, Capítulo 1). Durante o período de junho de 2007 a julho de 2009, com a utilização da técnica de ninhos-armadilha (NA), foram obtidos dados da riqueza de espécies da guilda de abelhas e vespas em 21 pontos amostrais em 16 fragmentos florestais nas três fitofisionomias da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro (FEST= 6, FESS= 5, FODM= 5), e três pontos associado à construção rural. Os fragmentos foram selecionados a partir de incursões ao campo, atendendo aos critérios de tamanho diferentes, estágio de conservação semelhante, acessibilidade e permissão dos proprietários.



**Figura 2.1** - Destacados em preto os fragmentos florestais amostrados nas microbacias (1) Brejo da Cobiça em São Francisco de Itabapoana (FEST), (2) Santa Maria em São José de Ubá (FESS) e (3) Caixa D'Água em Trajano de Moraes, no Estado do Rio de Janeiro (FODM).

### 2.2.2. Coleta dos dados

Para a captura de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha (NA) foram utilizados dois tipos de NA: (1) gomos de bambu (*Bambusa* sp) de diferentes diâmetros (5-30 mm, n=50), com 15 a 17 cm de comprimento, com uma extremidade fechada pelo nó e a outra extremidade aberta, arranjados dentro de secções transversais de garrafas PET (contendo cerca de 20 gomos de bambu); (2) tubos de cartolina de cor preta com comprimento de 90 a 100 mm, vedados em uma das extremidades pela própria cartolina e inseridos em cavidades de diâmetros 4 (n=12), 6 (n=12), 8 (n=10), 10 (n=10) e 15 mm (n=5) em uma placa de madeira de medidas: 26x15x6 cm (comprimento, altura e espessura), com 49 cavidades em cada placa (Figura 1.2). Estes tipos de ninhos foram utilizados para aumentar a probabilidade de captura de maior riqueza de espécies.

Os NA de cartolina foram dispostos a 1,7 m do solo, sob cobertura de uma folha de

PVC e presos por cordas e fios de nylon a galhos de árvores ou arbustos. Os feixes em secções de garrafa (três por ponto amostral) foram presos em disposição horizontal, na altura de 1 a 1,7 m sobre estacas de madeira. Tubos de cartolina de diferentes diâmetros e gomos de bambu foram oferecidos em número semelhante em cada ponto amostral, e a oferta de tubos não foi fator limitante, pois uma vez que os tubos foram ocupados por um ninho foram então, removidos e substituídos por outro de mesmo diâmetro. Os NA foram inspecionados mensalmente durante o período de junho de 2007 a julho de 2009. Os ninhos concluídos (presença do tampão final) foram coletados e levados para o laboratório.

Os ninhos foram mantidos em temperatura ambiente dentro de mangueira plástica transparente, com as extremidades vedadas com algodão, até a emergência dos adultos, sendo inspecionados diariamente. Os indivíduos que emergiram foram mortos em vapor de acetato de etila e montados em alfinetes entomológicos para a identificação taxonômica (Carpenter 1982, Carpenter & Garcete-Barrett 2002, Silveira *et al.* 2002) e sexagem, e foram depositados na Coleção de Zoologia do Laboratório de Ciências Ambientais (LCA) – CBB / UENF.



**Figura 2.2** - Modelos de ninhos-armadilha: (1) feixe de gomos de bambu e (2) tubos de cartolina de diferentes diâmetros inseridos em placa de madeira. Em detalhe: a) ninho de cartolina operculado (tampão de fechamento); b) vespa nidificando; c) NA disponível.

### 2.2.3. Análise dos dados

A normalidade dos dados foi avaliada através dos testes de Shapiro-Wilk (amostras de 2 a 51 valores), e D'Agostino-Pearson (amostras maiores que 20). A homocedacidade não

foi alcançada. Para averiguar se houve diferença no estabelecimento de NA entre as áreas e entre os tipos de substratos foi utilizado teste de  $X^2$ . Foi aplicado o índice de Shannon-Wiener para estimar a diversidade de espécies, o índice de similaridade de Jaccard para estimar o grau de semelhança entre a composição de espécies dos ambientes, e o índice de Berger-Parker para avaliar a existência de espécies dominantes. Para identificar espécies dominantes foi ainda construído curvas de importância de espécies baseadas em sua abundância relativa – “Rank-Abundance Plot” (Whittaker 1965). O software utilizado para estas análises foi o PAST 1.93 (Hammer *et al.* 2001).

Para estimar o provável número de espécies para cada área foi utilizado o estimador de riqueza de espécies Jackknife de primeira ordem (Jackknife 1), baseado na abundância de espécies, e o Bootstrap, baseado na presença e ausência das espécies, ambos gerados com o programa EstimateS 8.2 (Colwell 2009) a partir dos dados observados.

Para avaliar se o esforço de coleta poderia ser comparável entre as áreas, e se a riqueza e diversidade seriam distintas entre as áreas, foram construídas curvas de rarefação da riqueza (baseadas na abundância de ninhos coletados) e diversidade (baseadas nas amostras mensais da população) para cada uma das áreas de coleta. Estas foram comparadas através do programa PAST 1.93 (Hammer *et al.* 2001).

A abundância foi obtida pelo número total de ninhos coletados, a sazonalidade foi analisada através dos dados de formação dos ninhos e emergência de adultos ao longo do ano. A riqueza e abundância foram correlacionadas (Correlação de Spearman) com dados médios mensais de temperatura mínima, média e máxima, pluviosidade, pressão atmosférica e umidade relativa do ar das áreas de estudo.

Para verificar a existência de preferência na utilização de substratos (NB e NC) em uma mesma fitofisionomia e da ocupação dos substratos pela comunidade entre as áreas foi feito um teste de variância (Kruskal-Wallis), com posterior teste de hipótese (Mann-Whitney).

## 2.3. Resultados

### 2.3.1. Comunidade amostrada e preferência de nidificação

Durante os dois anos de estudo foram ofertados mensalmente 49 tubos de cartolina (NC) e 50 gomos de bambu (NB) por ponto amostral, totalizando 18048 NA oferecidos durante todo o período de estudo. Foram ocupados 4103 (22,7%) NA [1992 em cartolina (NC) e 2031 em bambu (NB)]. Abelhas e vespas ocuparam 2626 NA (1,15 a 39,19% dos

ninhos oferecidos mensalmente), sendo estes denominados ninhos estabelecidos (Tabela 2.1), e 1477 (8%) dos NA oferecidos foram utilizados por outros insetos, artrópodes ou vertebrados. As formigas, representadas por oito espécies e três gêneros (*Camponotus*, n=6; *Crematogaster*, n=1 e *Pachycondyla*, n=1), destacaram-se dentre as espécies que não foram alvo deste estudo, sendo responsáveis pela ocupação de 74,61% destes NA (n=1102), sendo mais representativas em FESS e FEST do que em FODM (Tabela 2.1).

A maior porcentagem de estabelecimento de ninhos ocorreu na FEST, com 43,94% de todos os ninhos coletados, 36,02% dos ninhos foram obtidos na FESS e 20,04% ninhos na FODM (Tabela 2.1). Para todas as áreas o estabelecimento de ninhos em cartolina foi significativamente mais frequente do que em bambu (FEST:  $X^2=193,054$ ;  $p<0,0001$ ;  $gl=1$ . FESS:  $X^2=6,106$ ;  $p=0,015$ ;  $gl=1$ . FODM:  $X^2=194,677$ ;  $p<0,0001$ ;  $gl=1$ ). Dos 2626 ninhos coletados, ocorreu emergência de indivíduos em 53,85%, sendo as vespas responsáveis pela maior ocupação (FEST=641 ninhos; FESS=285; FODM=193) do que abelhas (FEST=75; FESS=194; FODM=28). As emergências nos ninhos variaram entre as três áreas estudadas e entre os tipos de ninhos utilizados: 56,70% para NC e 83,87% para NB em FEST; 38,35% para NC e 65,06% para NB em FESS e de 38,36 e 56,7% em FODM.

Apidae e Megachilidae foram as únicas famílias de abelhas que utilizaram os ninhos-armadilha, ambas com representantes de espécies nidificantes e espécies associadas presentes tanto em cartolina quanto em bambu. Oito famílias de vespas também foram encontradas nos ninhos-armadilha, sendo Braconidae, Chalcididae, Chrysididae, Ichneumonidae e Mutillidae inimigos naturais, e Crabronidae, Pompilidae, Sphecidae e Vespidae as efetivas nidificantes. No geral, abelhas apresentaram menor número de espécies (n=20) do que as vespas (n=22), o que também foi verificado em cada uma das fitofisionomias, com exceção da FESS onde a riqueza de abelhas em ninho-armadilha foi maior que a riqueza de vespas (Tabela 2.2).

A maioria das espécies apresentou pequeno número de ninhos, com poucos indivíduos. As espécies de vespas *Auplopus* sp1, *Auplopus* sp2, *Pachodynerus grandis* Willink & Roig-Alsina, *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, *Trypoxylon* sp3 e *Trypoxylon* sp8 foram comuns a todas fitofisionomias assim como *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, *C. (Heterocentris) terminata* Smith, *Megachile (Chryosarus) pseudanthidioides* Moure, *Megachile (Melanosarus) nigripennis* Spinola e *Megachile (Ptilosarus) sp1* foram espécies de abelhas comuns a todas as áreas. Todas as áreas apresentaram espécies exclusivas de abelhas e/ou vespas, tais como *Hypanthidium foveolatum* (Alfken) e *Monobia angulosa* Saussure na FEST, *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell e

*Trypoxylon* sp12 na FESS; e *Megachile* (*Austromegachile*) cf. *facialis* Vachal e *Trypoxylon* sp5 na FODM (Tabela 2.2).

**Tabela 2.1** - Número de ninhos-armadilha (NA), número de ninhos estabelecidos, número de emergentes e espécies potencialmente competidoras (formiga e outros) em ninhos-armadilha, entre junho/2007 e julho/2009, em Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros (FEST), Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS), Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) do Rio de Janeiro. NA = ninhos-armadilha, NB = em bambu, NC = em cartolina, t = total, outros = Orthoptera, Blattodea, Coleoptera e não insetos (Arachnidae, Amphibia e Reptilia).

		FEST	%	FESS	%	FODM	%	TOTAL	%
Ninhos estabelecidos	NC	813	70,5	511	54,0	423	80,4	1747	66,5
	NB	341	29,5	435	46,0	103	19,6	879	33,5
	t	1154		946		526		2626	
Ninhos com emergentes	NC	461	63,2	196	40,9	175	85,0	832	58,8
	NB	268	36,8	283	59,1	31	15,0	582	41,2
	t	729		479		206		1414	
Número de emergentes	NC	896	48,3	418	35,1	354	76,0	1668	47,5
	NB	959	51,7	773	64,9	112	24,0	1844	52,5
	t	1855		1191		466		3512	
Ocupado por formiga	NC	24	6,1	142	33,0	56	20,0	222	20,1
	NB	368	93,9	288	67,0	224	80,0	880	79,9
	t	392		430		280		1102	
Ocupado por outros	NC	35	17,4	12	24,5	22	17,6	69	18,4
	NB	166	82,6	37	75,5	103	82,4	306	81,6
	t	201		49		125		375	
NA ocupados	NC	872	49,9	665	49,4	501	53,8	2038	50,7
	NB	875	50,1	760	56,5	430	46,2	2065	51,3
	t	1747		1345		931		4023	

O índice de diversidade de Shannon-Wiener não indicou diferença entre as fitofisionomias (Tabela 2.3). O índice de similaridade de Jaccard em relação à composição de espécies entre as áreas foi de 59% entre FEST e FODM, 73% entre FEST e FESS e 81% entre FODM e FESS apresentando assim um alto grau de similaridade na composição dessas espécies entre as áreas. Foi constatada a existência de espécies dominantes como indicado pelo índice de dominância de Berger-Parker para as áreas (FEST=44%, FESS=29%, FODM=21%). Dentre as espécies dominantes, de acordo com as curvas de importância de espécies, podemos destacar *Trypoxylon lactitarse*, presente em todas as áreas, e com alta abundância relativa, sendo o mais abundante em FEST e FESS, e *Pachodynerus grandis*, com maior abundância em FODM (Figura 2.3).

Os estimadores Jackknife 1 e Bootstrap indicaram um mesmo número provável de espécies para a guilda estudada, sendo de 26 espécies para FEST, 26 para FESS e para FODM 22 espécies, sendo as estimativas semelhantes ao número de espécies observadas.

**Tabela 2.2** - Espécies de Aculeata que nidificam em cavidades preexistentes, coletados em ninhos-armadilha, número de ninhos-armadilha ocupados (NB = em bambu, NC = em cartolina), e respectivos números de emergentes (Ind.), entre junho/2007 e julho/2009, no Estado do RJ: FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; em negrito estão destacadas as espécies exclusivas de cada área.

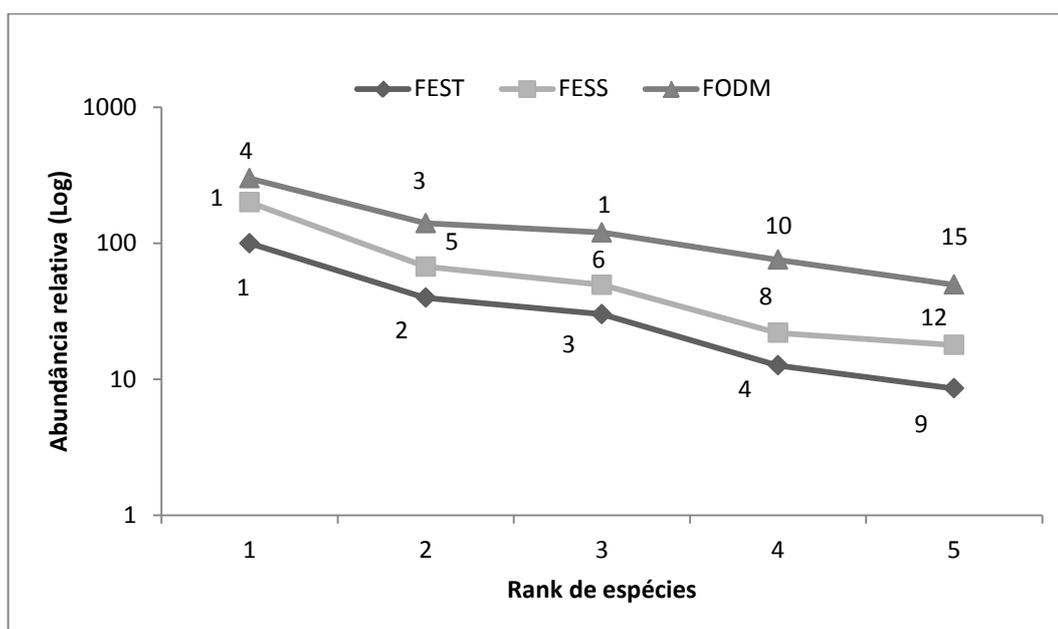
	Espécies	FEST				FESS				FODM			
		NB	Ind.	NC	Ind.	NB	Ind.	NC	Ind.	NB	Ind.	NC	Ind.
<b>Pompilidae</b>	<i>Auplopus</i> sp1	9	20			72	152	2	3	1	7		
	<i>Auplopus</i> sp2	14	66			4	8	10	29	6	15	1	1
<b>Vespidae</b>	<i>Pachodynerus grandis</i> Willink & Roig-Alsina	23	92	58	189	2	6					30	95
	<i>Pachodynerus</i> sp2							<b>1</b>	<b>1</b>				
	<i>Polistes</i> sp1					3	12	1	1			1	1
	<i>Monobia angulosa</i> Saussure	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>								
	<i>Zethus</i> (g.) <i>hilarianus</i> Saussure			1	1							6	12
	<i>Zethus</i> sp2	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>								
	<i>Zethus</i> sp3											<b>5</b>	<b>9</b>
	<i>Zethus</i> sp4											<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Crabronidae</b>	Trypoxylini sp1											<b>4</b>	<b>5</b>
	<i>Trypoxylon</i> ( <i>Trypargilum</i> ) <i>lactitarse</i> Saussure	101	440	168	305	77	271	41	63	15	42	14	28
	<i>Trypoxylon</i> ( <i>Trypargilum</i> ) <i>rogenhoferi</i> Kohl	46	175	61	107	7	21						
	<i>Trypoxylon</i> sp3	3	9	31	56			10	16	2	13	39	77
	<i>Trypoxylon</i> sp5											<b>13</b>	<b>19</b>
	<i>Trypoxylon</i> sp6			1	3			1	3			1	1
	<i>Trypoxylon</i> sp7			<b>7</b>	<b>18</b>								
	<i>Trypoxylon</i> sp8			1	1			9	34			22	53
	<i>Trypoxylon</i> sp9											<b>6</b>	<b>7</b>
	<i>Trypoxylon</i> sp10			5	14			2	8				
	<i>Trypoxylon</i> sp12							<b>1</b>	<b>1</b>				
	<i>Podium</i> sp1			5	8							5	4
<b>Sphecidae</b>	Ninhos com emergência	200	812	341	706	165	470	78	159	24	77	148	314
	Espécies/substrato		8		12		6		10		4		14
	Total spp. vespa (n=22)			14				12				16	

	Espécies	FEST				FESS				FODM			
		NB	Ind.	NC	Ind.	NB	Ind.	NC	Ind.	NB	Ind.	NC	Ind.
<b>Apidae</b>	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith	6	16	17	33	3	6	2	6	4	18	1	1
	<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith			2	3			4	8	1	1	1	5
	<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius			9	19	1	1	24	67				
	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	<b>1</b>	<b>1</b>										
	<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler	3	10			1	2						
	<i>Euglossa</i> sp <sup>#</sup>	1	1			1	1						
	<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug							52	122			11	24
<b>Megachilidae</b>	<i>Megachile (Austromegachile) cf. facialis</i> Vachal									<b>1</b>	<b>9</b>		
	<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure	2	3			3	5					3	8
	<i>Megachile (Chrysosarus) sp1</i>					<b>6</b>	<b>12</b>						
	<i>Megachile (Melanosarus) nigripennis</i> Spinola	7	14			22	86						
	<i>Megachile (Moureapis) benigna</i> Mitchell					<b>18</b>	<b>68</b>	<b>7</b>	<b>11</b>				
	<i>Megachile (Pseudocentron) inscita</i> Mitchell					<b>5</b>	<b>16</b>						
	<i>Megachile (Pseudocentron) sp3</i>									<b>1</b>	<b>5</b>		
	<i>Megachile (Ptilosarus) sp1</i>	2	9					9	20			4	10
	<i>Epanthidium tigrinum</i> Schrottky					<b>2</b>	<b>5</b>						
	<i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken)	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>17</b>								
	<i>Hypanthidium</i> sp2			<b>1</b>	<b>1</b>								
	<i>Larochanthidium</i> sp1	2	8	1	1			3	5				
	<i>Carloticola paraguayensis</i> (Schrottky)	1	4			3	4						
	Ninhos com emergência	30	73	42	74	67	211	101	239	7	33	21	50
	Espécies/substrato		10		6		11		7		4		5
Total spp. abelha (n=20)			13				15				7		
Total de ninhos com emergência		230		383		232		179		31		169	
Total de emergentes		885		780		681		398		110		364	
Total de espécies (n=42)			27				27				23		

**Tabela 2.3** - Parâmetros analisados para a comunidade de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; NC – Ninho de bambu; NC – Ninho de cartolina; A – comparação entre os diferentes substratos ocupados; B – comparação entre as fitofisionomias.

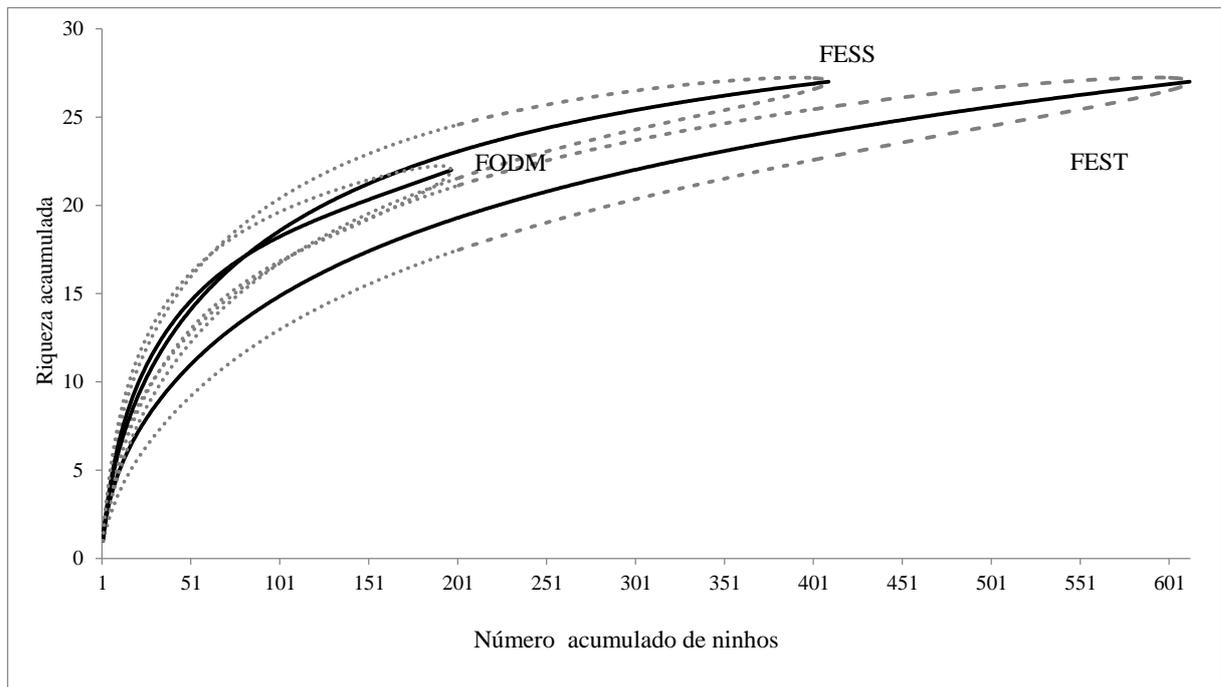
A	FEST -NB	FEST -NC	FESS -NB	FESS -NC	FODM -NB	FODM -NC
Espécies	18	18	17	17	8	18
Número de ninhos	229	383	230	179	31	166
Diversidade de Shannon-Wiener (H')	1,88	1,81	1,89	2,14	1,55	2,35
Uniformidade (J')	0,65	0,63	0,67	0,75	0,75	0,81
Dominância de Berger-Parker (d)	0,44	0,44	0,33	0,29	0,48	0,23

B	FEST	FESS	FODM
Espécies	27	27	23
Número de ninhos	612	409	197
Diversidade de Shannon-Wiener (H')	1,94	2,39	2,49
Uniformidade (J')	0,59	0,73	0,81
Dominância de Berger-Parker (d)	0,44	0,29	0,21

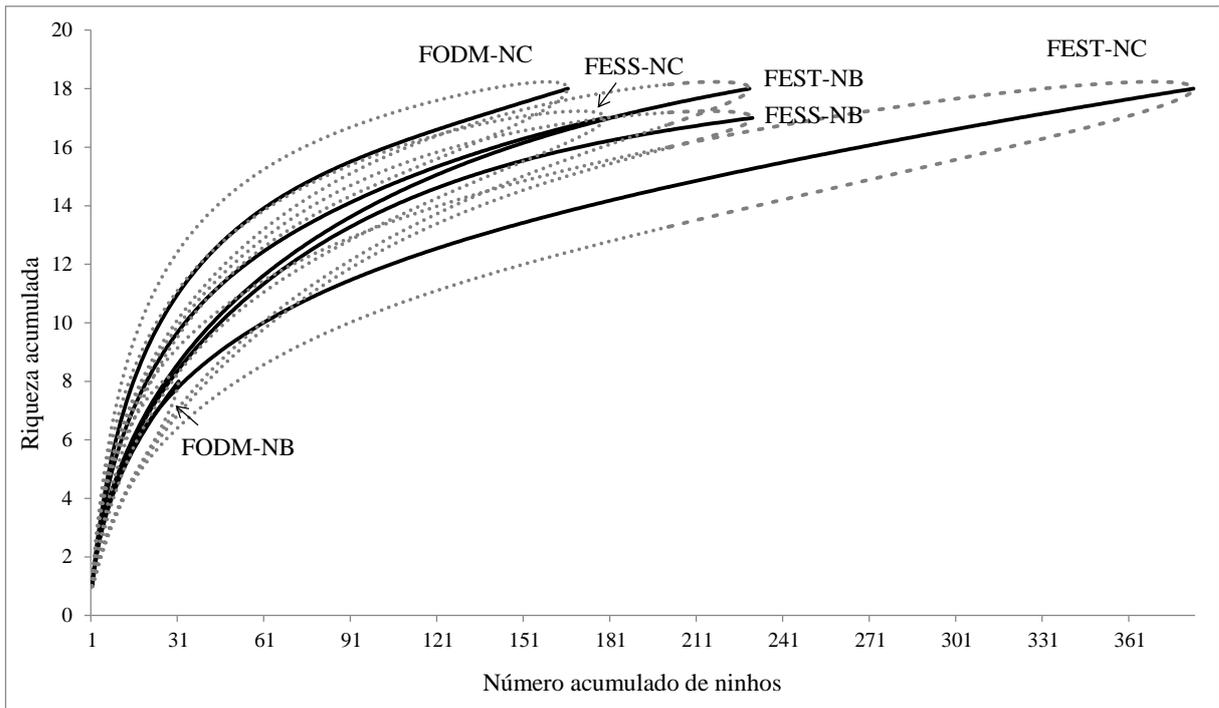


**Figura 2.3** - Curva representando as cinco espécies de maior importância nas comunidades de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana. 1- *Trypoxylon lactitarse* Saussure; 2- *Trypoxylon rogenhoferi* Kohl; 3- *Auplopus* sp1; 4- *Pachodynerus grandis* Willink & Roig-Alsina; 5- *Trypoxylon* sp3; 6- *Tetrapedia diversipes* Klug; 8- *Centris analis* Fabricius; 9- *Centris tarsata* Smith; 10- *Trypoxylon* sp8; 12- *Megachile benigna* Mitchell; 15- *Trypoxylon* sp5.

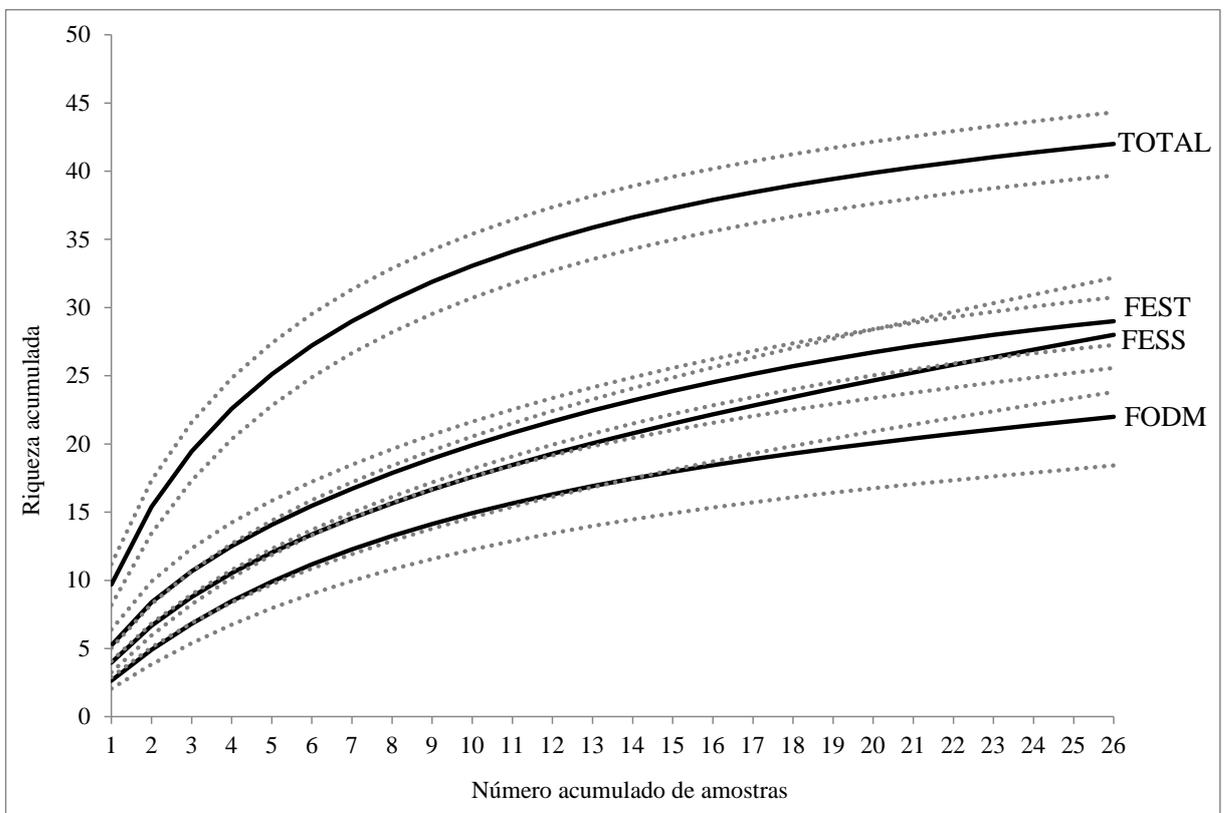
As curvas de rarefação tanto para a comparação da riqueza de espécies entre as fitofisionomias (Figura 2.4) quanto para a comparação entre substratos utilizados (Figura 2.5) baseada no acúmulo de ninhos coletados não atingiram a assíntota, indicando que não foram capturadas todas as espécies possíveis para as áreas. O mesmo pode ser visto quando comparamos a riqueza entre as fitofisionomias em relação ao número de amostras (Figura 2.6). Entretanto, as curvas demonstram uma estabilidade e tendência ao equilíbrio. (Figura 2.4 e Figura 2.6), indicando a possibilidade de comparação entre as áreas.



**Figura 2.4** - Curva de rarefação, com limites de confiança, comparando as comunidades de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana.



**Figura 2.5** - Curva de rarefação, com limites de confiança, comparando o uso de diferentes substratos das comunidades de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro; FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; NB – Ninho de bambu; NC – Ninho de cartolina.



**Figura 2.6** - Curva de rarefação, com limites de confiança, comparando as amostras (n=26) de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro; FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana.

**Tabela 2.4** – Teste de hipótese de Mann-Whitney (com correção de Bonferroni\ sem correção) da utilização de substratos pela comunidade de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha, no período de junho de 2007 a julho de 2009, em três áreas em diferentes fitofisionomias do Estado do Rio de Janeiro. FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta Ombrófila Densa Montana; NC – Ninho de bambu; NC – Ninho de cartolina. A – comparação entre os diferentes substratos ocupados; B – comparação entre as fitofisionomias.

A	FEST -NB	FEST -NC	FESS -NB	FESS -NC	FODM -NB	FODM -NC
FEST-NB		0,961	0,907	0,904	<b>0,039</b>	0,918
FEST-NC	1		0,865	0,837	<b>0,038</b>	0,975
FESS-NB	1	1		1	0,057	0,799
FESS-NC	1	1	1		0,058	0,837
FODM-NB	0,582	0,575	0,860	0,877		<b>0,037</b>
FODM-NC	1	1	1	1	0,5507	

B	FEST	FESS	FODM
FEST		0,830	0,306
FESS	1		0,252
FODM	0,917	0,757	

### 2.3.2. Sazonalidade

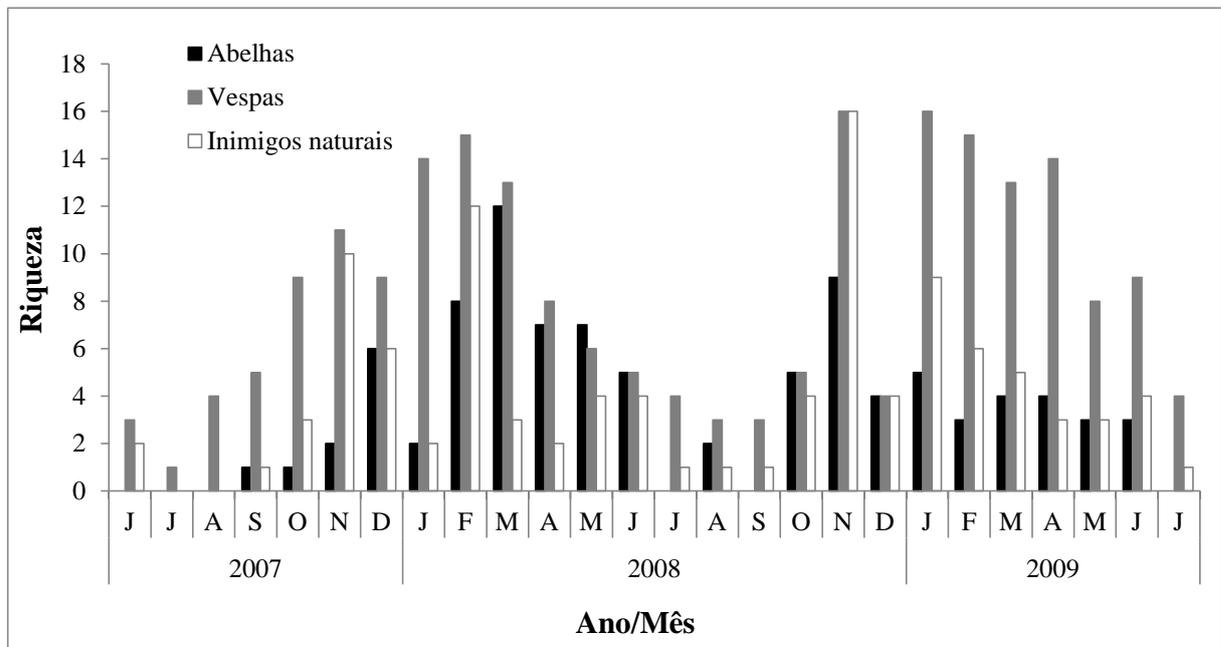
A maioria das espécies encontradas apresentou padrão sazonal de ocorrência coincidindo sua nidificação com o período chuvoso, ou logo posteriormente a este (Tabela 2.5). Algumas espécies como *T. (T.) lactitarse*, *T. (T.) rogenhoferi* Kohl, *T. sp3* e *Tetrapedia diversipes* Klug não seguiram esse padrão sazonal, e mostraram-se em atividade de nidificação na maioria dos meses amostrados (Figura 2.7, Tabela 2.5).

Para FEST a riqueza foi fortemente correlacionada positivamente com a média da temperatura mínima ( $r_s=0,78$ ) e negativamente à pressão atmosférica do mês anterior ( $r_s=-0,76$ ), e do mês de coleta ( $r_s=-0,72$ ), enquanto a abundância foi fortemente correlacionada à média mínima de temperatura do mês anterior ( $r_s=0,71$ ). Em FESS a riqueza também apresentou além da forte correlação positiva com a média de temperatura mínima ( $r_s=0,84$ ), forte correlação com a precipitação ( $r_s=0,74$ ), sendo negativamente correlacionada com a pressão atmosférica ( $r_s=-0,80$ ) do mês anterior; apresentou ainda uma forte correlação positiva com a precipitação ( $r_s=0,70$ ) e umidade ( $r_s=0,73$ ), e uma correlação negativa com a pressão atmosférica ( $r_s=-0,71$ ) do mês de coleta; a abundância não apresentou forte correlação com nenhuma das variáveis analisadas. Para FODM a riqueza foi positivamente correlacionada tanto com a média de temperatura mínima ( $r_s=0,70$ ), quanto à máxima ( $r_s=0,72$ ) do mês anterior, e ainda positivamente com a média de temperatura máxima ( $r_s=0,76$ ) do mês de

coleta; a abundância apresentou também uma forte correlação positiva com a média de temperatura máxima com o mês anterior ( $r_s=0,79$ ) e mês de coleta ( $r_s=0,79$ ); a abundância não apresentou forte correlação com nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 2.6).

### 2.3.3. Inimigos naturais

Foram registradas para as três fitofisionomias estudadas, 38 espécies entre cleptoparasitas e parasitoides, sendo 27 espécies de Hymenoptera (15 vespas e 12 abelhas), seis de Diptera e cinco de Coleoptera. Destas, 28 puderam ser associadas a 17 espécies nidificante, e 12 espécies emergiram de ninhos sem a identificação do fundador. Chrysididae (Hymenoptera) foram os mais abundantes em ninhos de vespas, parasitando maior número de espécies em FESS (n=7) e FEST (n=5) do que em FODM (n=2). Abelhas foram parasitadas principalmente por espécies de *Coelioxys*, sendo estas mais abundantes em FESS (n=27 ninhos). Moscas das famílias Bombyliidae e Sarcophagidae (Diptera) também parasitaram vespas, enquanto que Ichneumonidae (Hymenoptera) e Coleoptera parasitaram vespas nas três áreas estudadas. *Centris tarsata*, em FODM, foi parasitada por *Tetraonyx* sp. (Coleoptera); Mutillidae (Hymenoptera) parasitaram ninhos de *Auplopus* sp2 e *T. lactitarse* apenas em FEST (Tabela 2.7).



**Figura 2.7** - Variação da riqueza de abelhas (n=20), vespas (n=22) e inimigos naturais (n=38) provenientes de ninhos-armadilha (NA) estabelecidos durante o período de junho de 2007 a julho de 2009.



(A) Espécies	2007							2008												2009							
	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius									8	6	8		1				1							4	2	4	
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith		2	1	1	1				1	9								6	5	4	2	2	1				
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith										1		1					1					1					
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)														1													
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler											1	1	2														
<i>Euglossa</i> sp#										1		1															
<i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken)						4		1	1	1	1							1	1	2				1	3		
<i>Hypanthidium</i> sp2						1																					
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug								8	17	8	1		3		1		4	2	2		2	12	2	1			
<i>Megachile (Austromegachile) cf. facialis</i> Vachal									1	1		1					3		5								
<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure										2	2							3									
<i>Megachile (Chrysosarus) sp1</i>								1																			
<i>Megachile (Melanosarus) nigripennis</i> Spinola						1												1	3	2							
<i>Megachile (Moureapis) benigna</i> Mitchell								1			1									1							
<i>Megachile (Pseudocentron) inscita</i> Mitchell					1	1																					
<i>Megachile (Pseudocentron) sp3</i>								1							1												
<i>Megachile (Ptilosarus) sp1</i>						1				2											1	2	1				
<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky)										1		1															
<i>Larochanthidium</i> sp1											2	1						1	1								
<i>Carloticola paraguayensis</i> (Schrottky)												1					1	2		3							

(B) Espécies	2007							2008												2009						
	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Abelhas	0	0	0	1	1	2	6	2	8	10	7	7	4	0	2	0	5	8	4	5	3	4	4	3	3	0
Vespas	2	1	4	4	5	7	7	10	11	10	7	4	4	3	2	2	3	11	4	11	12	9	10	6	8	4
Todas as espécies	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>4</b>

**Tabela 2.6** – Matriz de Correlações de Spearman da riqueza e abundância de espécies com as médias mensais de variáveis abióticas no período de junho/2007 a julho/2009. FEST = Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros, FESS = Floresta Estacional Semidecidual Submontana, FODM = Floresta Ombrófila Densa Montana; ma = mês anterior à coleta, mc = mês da coleta. Tmax = temperatura máxima, Tmin = temperatura mínima, Tmed = temperatura média, Pluv = pluviosidade, Umid = umidade relativa do ar, P Atm = pressão atmosférica. Os valores destacados em negrito correspondem uma forte correlação.

		Aculeata						Abelhas						Vespas					
		FEST		FESS		FODM		FEST		FESS		FODM		FEST		FESS		FODM	
		ma	mc	ma	mc	ma	mc	ma	mc	ma	mc	ma	mc	ma	mc	ma	mc	ma	mc
Riqueza	Tmax	0,57	0,55	0,49	0,29	<b>0,75</b>	<b>0,76</b>	0,34	0,28	0,19	0,10	0,54	0,40	0,54	0,54	0,50	0,32	<b>0,72</b>	<b>0,77</b>
	Tmin	<b>0,78</b>	0,64	<b>0,84</b>	0,65	<b>0,72</b>	0,69	0,50	0,31	0,58	0,34	0,60	0,33	0,67	0,62	0,69	0,62	<b>0,70</b>	<b>0,73</b>
	Tmed	<b>0,73</b>	0,69	<b>0,74</b>	0,60	<b>0,78</b>	<b>0,77</b>	0,48	0,38	0,46	0,32	0,61	0,40	0,65	0,65	0,67	0,60	<b>0,76</b>	<b>0,79</b>
	Pluv	0,63	0,66	<b>0,74</b>	<b>0,70</b>	0,65	0,63	0,45	0,43	0,40	0,41	0,44	0,30	0,57	0,63	0,68	0,67	0,66	0,67
	Umid	0,68	0,49	0,43	<b>0,73</b>	-0,19	0,05	0,61	0,54	0,38	0,59	0,05	0,22	0,39	0,31	0,30	0,59	-0,20	0,04
	P Atm	0,23	<b>-0,72</b>	0,25	<b>-0,71</b>	-0,57	-0,67	-0,53	-0,59	-0,50	-0,54	-0,46	-0,48	-0,64	-0,56	-0,70	-0,58	-0,55	-0,65
Abundância	Tmax	0,57	0,54	0,32	0,20	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	0,34	0,29	0,30	0,11	0,56	0,56	0,58	0,51	0,32	0,20	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>
	Tmin	<b>0,71</b>	0,59	0,36	0,46	<b>0,78</b>	-0,69	0,50	0,34	0,34	0,38	0,63	0,62	0,70	0,56	0,34	0,46	0,69	<b>0,77</b>
	Tmed	<b>0,70</b>	0,66	0,44	0,39	0,69	<b>-0,78</b>	0,49	0,42	0,41	0,30	0,62	0,63	0,69	0,62	0,41	0,38	<b>0,77</b>	0,69
	Pluv	0,56	0,55	0,44	0,30	0,64	-0,64	0,50	0,45	0,31	0,26	0,45	0,45	0,52	0,55	0,46	0,30	0,65	0,65
	Umid	0,63	0,48	0,20	0,41	-0,31	0,31	0,67	0,60	0,10	0,54	0,01	0,01	0,57	0,44	0,21	0,34	-0,29	-0,29
	P Atm	-0,68	-0,67	-0,40	-0,27	-0,56	0,56	-0,55	-0,60	-0,38	-0,26	-0,50	-0,50	-0,67	-0,62	-0,39	-0,26	-0,54	-0,54

**Tabela 2.7** - Inimigos naturais de Aculeata nidificantes em ninho-armadilha (NA) obtidos nas três fitofisionomias estudadas no período de junho de 2007 a julho de 2009. N = número de ninhos-armadilha; A= abundância; FEST – Floresta estacional semidecidual sobre Tabuleiros; FESS – Floresta Estacional Semidecidual Submontana; FODM – Floresta ombrófila densa Montana; SEF - sem emergência de fundador; (-) = não ocorrência; (\*) = ninho misto, (#) = ocorrência de mais de um tipo de cleptoparasita/parasitoide em um mesmo NA.

Inimigos naturais	Espécie nidificante								
	FEST	N	A	FESS	N	A	FODM	N	A
Braconidae sp1	-			<i>Auplopus</i> sp1	1	1	-		
Chalcidinae sp1	<i>Auplopus</i> sp2	3	4	<i>Auplopus</i> sp1*	1	2	-		
	SEF	1	2	<i>Megachile benigna</i> *					
Chrysidinae sp1	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1	<i>Trypoxylon</i> sp3	1	1	<i>Trypoxylon</i> sp5	1	1
	SEF	2	2	SEF	2	2	SEF	3	4
Chrysidinae sp2	-			<i>Auplopus</i> sp1	3	6	-		
				SEF	1	1			
<i>Ipsiura</i> sp2	<i>Pachodynerus grandis</i>	4	13		1	3			
	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	3	<i>Pachodynerus grandis</i>			-		
	SEF	5	12						
<i>Ipsiura</i> sp3	SEF	3	3	<i>Pachodynerus grandis</i>	1	3	-		
<i>Ipsiura</i> sp4	SEF	1	1						
<i>Neochrysis</i> sp1	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	15	25	<i>Pachodynerus grandis</i>	1	3		1	2
	<i>Trypoxylon rogenhoferi</i>	1	1	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	13	25	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1
	<i>Trypoxylon</i> sp7	1	1	SEF	5	6	SEF		
	SEF	19	23						
<i>Neochrysis</i> sp2	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	2	3		1	2		3	4
	<i>Trypoxylon rogenhoferi</i>	3	5	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	6	9
	<i>Trypoxylon</i> sp3	4	6	SEF			SEF		
	SEF	24	39						
Ichneumonidae sp1	-			<i>Auplopus</i> sp1	6	8	-		
				SEF	1	1			
Ichneumonidae sp2	-			<i>Auplopus</i> sp1	1	1		1	1
				<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1	SEF		

Inimigos naturais	Espécie nidificante								
	FEST	N	A	FESS	N	A	FOMD	N	A
Ichneumonidae sp3	SEF	1	3	-			-		
Ichneumonidae sp4	-			-			SEF	4	8
Ichneumonidae sp5	-			-			SEF	1	1
Mutillidae sp2	SEF	1	1	-			-		
Mutillidae sp3	<i>Auplopus</i> sp2	1	1						
	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1	-			-		
	SEF	1	3						
<i>Coelioxoides waltheriae</i> Ducke	-			<i>Tetrapedia diversipes</i>	1	1	-		
<i>Coelioxoides</i> sp1	-			SEF	1	1	-		
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius)	-			SEF	4	4	SEF	1	1
<i>Hoplostelis nigrigula</i> (Friese)	SEF	1	2	SEF	2	5	-		
		1	1	<i>Auplopus</i> sp1*	1	3			
<i>Coelioxys otomita</i> Cresson	SEF			<i>Megachile nigripennis</i>	3	8	-		
				<i>Megachile benigna</i>	3	12	-		
				SEF	4	9			
				<i>Centris analis</i>	1	1	-		
<i>Coelioxys chichimeca</i> Cresson	-			SEF	1	1	-		
				<i>Megachile nigripennis</i>	1	1	-		
<i>Coelioxys</i> sp3	-								
<i>Coelioxys</i> sp4	<i>Hypanthidium</i> sp2	1	1		1	1	-		
	SEF	1	3	SEF			-		
<i>Coelioxys</i> sp5				<i>Megachile (Chrysosarus)</i> sp1	1	1			
				<i>Megachile benigna</i>	2	2	-		
				SEF	1	1			
<i>Coelioxys</i> sp6	-			SEF	1	1	SEF	2	7
<i>Coelioxys</i> sp7	-			<i>Megachile benigna</i>	1	2	-		
<i>Coelioxys</i> sp8	-			SEF	1	1	-		
Bombyliidae sp2	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	2						
	<i>Zethus g. hilarianus</i>	1	1	-			-		
	SEF	2	3						

Inimigos naturais	Espécie nidificante								
	FEST	N	A	FESS	N	A	FOMD	N	A
Diptera sp1	-			-			<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	7
							<i>Trypoxylon sp3</i>	1	15
Diptera sp2	-			<i>Pachodynerus grandis</i>	1	1	-		
				SEF	2	2			
Diptera sp3	<i>Monobia angulosa</i>			<i>Monobia angulosa</i>	1	1	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1
				SEF	2	2			
Sarcophagidae sp1	<i>Pachodynerus grandis</i>	2	8		5	36	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	2	7
	<i>Trypoxylon rogenhoferi</i>	1	1	SEF			<i>Trypoxylon sp3</i>	1	1
	SEF	5	29				<i>Zethus g. hilarianus</i>	1	2
							SEF	6	27
Sarcophagidae sp2	-			<i>Auplopus sp2</i>	1	1	SEF	1	1
				SEF	5	8			
Coleoptera sp1	-			-			<i>Podium sp1</i>	1	1
Coleoptera sp2	-			SEF	1	1	-		
Coleoptera sp10	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	1	-			-		
Meloidae sp1	<i>Pachodynerus grandis</i>	3	4	-			<i>Pachodynerus grandis</i>	1	1
<i>Tetraonyx sp</i>	-			-			<i>Centris tarsata</i>	1	1
Total de NA parasitados (n=232) <sup>#</sup>	141			85			42		
Total de espécies parasitas (n=39)	17			27			15		
Total de espécies de hospedeiros	9			10			7		

## 2.4. Discussão

Os resultados indicaram, para as três fitofisionomias estudadas, a presença de 42 espécies de abelhas (20 espécies) e vespas (22 de vespas) nidificantes, além de 38 espécies de cleptoparasitas e parasitoides (Hymenoptera, Diptera e Coleoptera). Esta riqueza de espécies é maior, comparada à observada em outros ecossistemas e em outras formações de Mata Atlântica (Assis & Camillo 1997, Aguiar & Martins 2002, Alves-dos-Santos 2003, Buschini 2006, Garófalo 2008, Cordeiro 2009, Mesquita 2009), exceto para estudo de Garófalo (2000) em florestas secas e cerradão (37 espécies de abelhas). A maioria das espécies apresentou pequeno número de ninhos, com poucos indivíduos, reforçando o padrão de ocorrência já observado para a guilda em outros trabalhos realizados no Brasil (Camillo *et al.* 1995, Garófalo 2000, Morato & Campos 2000, Vianna *et al.* 2001, Aguiar *et al.* 2005, Buschini 2006, Gazola & Garófalo 2008, Garófalo 2008, Deprá 2010).

O número de espécies coletadas foi similar entre as áreas, sendo a riqueza maior quando consideradas as três áreas de estudo em conjunto. As famílias e gêneros de abelhas e vespas encontrados nas três microbacias foram similares entre si, e em relação a outras regiões já estudadas, tanto de Mata Atlântica como de Cerrado (Garófalo *et al.* 1993, Camillo *et al.* 1995, Camillo *et al.* 1997, Assis & Camillo 1997, Garófalo 2000, Aguiar & Martins 2002, Martins *et al.* 2002, Alves-dos-Santos 2003, Camillo 2005, Buschini 2006, Loyola & Martins 2006). A maioria das espécies foi similar entre as áreas; contudo, nove espécies de Megachilidae e duas de *Euglossa* fundaram ninhos apenas nas florestas estacionais (FEST e FESS). A maior riqueza de abelhas em NA no Brasil para uma única região amostrada, foi registrada por Garófalo (2000) em áreas de floresta semidecidual seca, em um total de 25 espécies. Quando comparamos apenas a riqueza de abelhas entre as áreas, este resultado de Garófalo é corroborado, indicando que a maior riqueza de abelhas está nas regiões mais secas como FESS e FEST.

As espécies registradas neste estudo apresentam ampla distribuição geográfica, entretanto, espécies como *Pachodynerus grandis*, *Hypanthidium foveolatum*, *Megachile facialis*, *Megachile pseudanthidioides*, *Megachile benigna*, foram amostradas em outros estudos com ninho-armadilha apenas na região de Mata Atlântica (Zillikens & Steiner 2004, Reis 2006, Marques 2008, Schwartz 2009, Teixeira & Gaglianone 2009, Woiski 2009), e *Megachile inscita* Mitchell havia sido capturada em ninhos-armadilha apenas na região de caatinga (Gonçalves & Zanella 2003, Aguiar *et al.* 2005). A abundância das espécies variou

entre as regiões, vespas foram mais dominantes em todas as áreas. *Centris tarsata* foi a quinta espécie mais abundante em FEST enquanto que *Tetrapedia diversipes*, *Centris analis*, *Megachile benigna*, ficaram em terceiro, quarto e quinto lugar em abundância em FESS.

Não foi constatada diferença na diversidade de espécies entre as áreas estudadas. Todas as regiões de estudo estão em estágios secundários de regeneração, e de acordo com Michener (1979) e Williams *et al.* (2001), a diversidade de espécies registrada para uma determinada área pode ser influenciada pela variação temporal da composição de espécies e grande proporção de espécies raras. Uma vez que estas áreas foram modificadas e ainda não retornaram ao clímax o estágio intermediário de recuperação pode ser semelhante para as áreas em relação à diversidade de espécies.

Outro fator que influencia na diversidade de espécies é a amostragem; a multiplicidade de pontos amostrados em uma região sem o cuidado de amostrar os micro-habitat existentes, assim como, a estratificação vertical da amostragem, a disponibilidade de cavidades naturais (Morato & Campos, 2000; Viana *et al.* 2001, Aguiar & Martins 2002, Morato & Martins 2006) e a riqueza e abundância de recursos florais (melitófilos) da área (Gathmann *et al.* 1994) pode levar a uma superestimativa da população (Garófalo 2008). Estes fatores não foram explorados nesta tese, contudo, merecem atenção para estudos futuros, para se identificar se existe efeito sobre a riqueza de espécies da região.

A relação da riqueza de espécies com o esforço amostral empregado no estudo fica evidente quando comparamos a riqueza de espécies deste trabalho (n=27) com os trabalhos de Marques (2008) e Silva (2009), realizados também com NA em FEST, que encontraram número bem menor de espécies (n=11). Entretanto, deve-se levar em consideração que, além de analisarem apenas dois fragmentos florestais, aqueles autores utilizaram somente ninhos-armadilha de bambu. Comparando apenas o mesmo fragmento estudado nos três trabalhos (1200 ha), o número de espécies no presente trabalho mostra-se ainda maior (n=15), indicando que a utilização de mais de um modelo de ninho-armadilha tem maior probabilidade de amostrar uma maior riqueza e diversidade.

As espécies encontradas neste estudo utilizaram tanto ninhos-armadilha em cartolina como ninhos-armadilha em bambu para a nidificação. Contudo, deve-se destacar algumas espécies que utilizaram apenas um único tipo de substrato como *Euglossa pleosticta*, *Megachile (Chrysosarus) sp1*, *Megachile (Melanosarus) nigripennis*, *Megachile (Pseudocentron) inscita*, que fizeram ninhos apenas em bambu, e *Podium sp1*, *Tetrapedia diversipes*, *Trypoxylon sp5*, *Trypoxylon sp7*, *Trypoxylini sp1*, *Zethus sp3* que nidificaram

apenas em cartolina. Garófalo *et al.*(1989) e Jesus & Garófalo (2000) já haviam indicado a preferência de Euglossini por gomos de bambu. O uso diferenciado de substratos (ex: bambu e cartolina) possibilitou o registro destas espécies, corroborando Garófalo (2000) e Aguiar & Martins (2002), que indicam a utilização de diferentes metodologias e tipos de NA (substratos) para maximizar a captura de espécies de uma região, devido principalmente a diferença dos tamanhos dos indivíduos de cada espécie e seu comportamento de nidificação.

A FODM foi a única área que apresentou uma menor ocupação em ninhos de bambu relativo à cartolina, o que pode ter ocorrido devido à área ser mais úmida e fungos terem atacado em maior proporção este tipo de substrato, impedindo assim a nidificação, indicando que a utilização de bambu como substrato para amostragem em floresta ombrófila demanda maior constância de manutenção. Este substrato, entretanto, é importante para o registro de espécies como *Megachile (M.) nigripennis* que ocorreu neste estudo em bambu e em maior proporção em FODM. Esta diferença na riqueza de espécies entre as áreas também é evidente quando observamos as curvas de rarefação para a utilização dos substratos entre as fitofisionomias estudadas. No entanto, a inclinação das curvas pode ser afetada por outros fatores como o pequeno número de ocorrência de algumas espécies ao longo do tempo (ex: *Trypoxylon* sp10 e espécies de *Euglossa*), além da sazonalidade de outras espécies (ex: *Centris tarsata*).

FODM foi a área que apresentou a menor riqueza de espécies de abelhas (n=6), no entanto, foi a que mostrou maior riqueza de vespas (n=16). Morato (2001), em estudo em floresta ombrófila na Amazônia identificou que o maior número de ninhos de abelhas e vespa pode ser encontrado entre as alturas de 8 a 15 metros, fazendo a associação dessa ocorrência com a disponibilidade de recursos no dossel e estratos próximos. No presente estudo não foi avaliado a disponibilização de recursos e a estratificação.

Outro fator que chama a atenção é a proporção inversa entre as espécies solitárias e o número de espécies de abelhas sociais nativas presentes em FODM (n=15) sendo esta riqueza maior em relação às outras fitofisionomias, FESS (n=10) e FEST (n=4), (Barreto 2009). Taki *et al.* (2008) em estudo de comunidade de abelhas e vespas em ninho-armadilha, sugerem que vespas em áreas de floresta são mais influenciadas pela qualidade do hábitat do que pelo tamanho dos fragmentos florestais, o que pode explicar o maior número de espécies de vespas para FODM, região com melhor qualidade de habitat em relação à FESS e FEST, como demonstrado por Villela *et al.* (2006) para FEST, com relação ao corte seletivo arbóreo. O aspecto da fragmentação sobre a comunidade é abordado no capítulo 3.

O padrão de nidificação sazonal, observado para a maioria das espécies e a ausência do mesmo para outras corrobora com dados já descritos na literatura (Morato 2000, Martins *et al.* 2002, Reis 2006). Dentre os substratos avaliados, a cartolina apresenta vantagens para uma maior facilidade de manuseio, característica desejável quando se visa o manejo racional de ninhos, mas exige maiores cuidados, por exemplo, em ambientes mais úmidos. Por outro lado, espécies de *Megachile* apresentaram uma preferência pela nidificação em bambu à cartolina, sendo indicada a utilização de bambu para a captura destas espécies.

Espécies como *Hypanthidium foveolatum* (Alfken), *Epanthidium tigrinum* (Schrottky), *Megachile (Chrysosarus) sp1*, *Megachile (Pseudocentron) sp3* e *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell, apesar do pequeno número de ninhos, para todas as citadas, foram presentes apenas em uma das regiões estudadas, merecendo atenção para estudos futuros associados à qualidade e abundância dos recursos florais em cada uma das regiões. Além de estar presente apenas em FESS, *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell foi uma espécie mais frequente em áreas de floresta em melhor estado de conservação, não ocorrendo em áreas antrópicas ou fragmento menor que 4,1 ha, podendo ser um bom indicador de qualidade ambiental (Teixeira *et al.* 2011). De acordo com Metzger (2003), a presença e a ausência de uma determinada espécie que esteja correlacionada a características espaciais de fragmentos ou habitat é um fator que pode ser utilizado como indicador ambiental; então esta espécie, no caso *Megachile benigna* pode vir a ser útil na indicação de fragmentos prioritários em termos de conservação. A estratificação da amostragem é um fator que deve também ser considerado para estudos futuros. Morato *et al.* (1999) observou que na Amazônia Central espécies de *Centris* (n=4) tiveram uma maior frequência de nidificação próximo ao dossel, entre 8 e 15 metros de altura em relação ao estrato inferior. Neste estudo um único estrato foi amostrado, inferior a 2 m de altura, o que pode ter subestimado o número de espécies ou sua abundância em alguma das regiões estudadas.

Espécies de Centridini e Megachilidae foram mais frequentes e mais abundantes em florestas semidecíduais (FESS e FEST), de acordo com Gaglianone & Hoffman (2006) e Raw (2004) estes grupos estão associados e espécies vegetais das famílias Malpighiaceae e Asteraceae, apesar de não ter sido feita amostragem de recursos florais, foi constante a observação nestas regiões estudadas destas famílias vegetais.

Espécies de *Trypoxylon*, embora em número semelhante entre as áreas, ocorrem em maior abundância nas florestas estacionais (FEST e FESS); isto se dá principalmente devido ao fato e *T. lactitarse* e *T. rogenhoferi*, apresentarem alta abundância de indivíduos em ninhos

de bambu, substrato pouco utilizado em FODM.

A dominância de espécies diferiu entre as fitofisionomias. *T. lactitarse* foi a espécie de maior importância relativa em FEST e FODM ocupando a terceira posição em FODM. A espécie de maior importância para FODM foi *P grandis*. Uma maior semelhança entre as espécies dominantes pode ser vista entre FEST e FODM, seria esperada esta semelhança entre as florestas estacionais, o que não ocorreu.

#### 2.4.1. Sazonalidade

A maioria das espécies nidificou no período chuvoso, revelando um padrão de ocorrência sazonal. Segundo a literatura, as maiores frequências de nidificação em NA ocorrem durante a estação quente e úmida, tanto para abelhas como para vespas (Assis & Camillo 1997, Alves-dos-Santos *et al.* 2002, Aguiar & Garófalo 2004, Augusto & Garófalo 2004, Aguiar *et al.* 2005, Araújo & Gonzaga 2007, Alonso 2008). Este padrão pôde ser melhor observado para Megachilidae e Centridini. Outras espécies como *Tetrapedia diversipes* Klug e os *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* Kohl e *Trypoxylon* sp3 não seguem este padrão sazonal, apresentando atividade de nidificação durante todo o período do estudo.

*Pachodynerus grandis*, no presente estudo, assim como a maioria das espécies, nidificaram predominantemente na estação quente e chuvosa. Assis & Camillo (1997), observaram que *Pachodynerus praecox* Saussure nidificam no cerrado somente durante a estação fria e seca, o que indica que espécies de um mesmo gênero podem nidificar em períodos díspares, sugerindo uma tentativa de evitar a competição por recursos. Contudo, não podemos descartar as diferenças entre os biomas e, estudos da biologia de nidificação destas espécies poderiam responder melhor esta questão.

As espécies de *Auplopus* encontradas neste estudo nidificaram principalmente durante a estação seca, apresentando dois picos de nidificação durante o ano. Buschini *et al.* (2007) observaram que duas espécies de vespas do gênero *Auplopus* nidificavam em uma mesma área de floresta de Araucária, com períodos de nidificação não concomitante, sendo que uma apresentou nidificação em janeiro e outra em julho. No mesmo estudo, em área pantanosa, duas outras espécies de *Auplopus* nidificaram em NA durante todo o período de estudo. Zanette *et al.* (2004) observaram ainda que *Auplopus militaris* (Lynch-Arribalzaga)

pode apresentar picos de nidificação durante as estações, sendo estes padrões bi ou trivoltinos (duas ou três gerações no ano).

Algumas espécies encontradas não apresentaram padrão sazonal, demonstrando atividade durante todo o período do ano, independentemente do período de chuvas ou seca, como *Trypoxylon lactitarse* Saussure, assim como descrito na literatura para espécies deste gênero (Assis & Camillo 1997, Buschini & Fajardo 2009), entretanto, espécies com menor tamanho de *Trypoxylon* (ex: *Trypoxylon* sp5-10 e *T.* sp12), sugerem, apesar do pequeno número de ninhos obtidos, um provável padrão sazonal de nidificação (ver Tabela 2.5).

*Centris tarsata* Smith também não apresentou períodos sazonais de nidificação, esta espécie apresenta diferentes padrões de nidificação em diferentes localidades, em Ipirá (BA) a nidificação ocorre apenas no período chuvoso (Aguiar & Garófalo 2004), em Patos (PB), essa mesma espécie fundou ninhos também na estação seca (Gonçalves & Zanella 2003), embora em menor quantidade.

#### 2.4.2. Inimigos naturais

Embora a causa da mortalidade dos indivíduos não tenha sido investigada, não podemos deixar de considerar que os métodos de manutenção e manuseio dos NA podem ter afetado a taxa de mortalidade, devendo este aspecto ser levado em consideração para futuros estudos. Estudos com ninho-armadilha, em geral, apresentam uma alta taxa de mortalidade das espécies, tanto para abelhas como vespas. Danks (1971), estudando as causas de mortalidade em ninhos de Hymenoptera solitários em troncos (“stem-nesting”) na Europa estimou que a taxa de mortalidade de espécies pode variar em média 50 a 60% dependendo da espécie. Geralmente a mortalidade é causada por doenças, falha no desenvolvimento ou por ação de fungos, cleptoparasitas e parasitoides (Krombein 1967, Danks 1971). No Brasil, Buschini *et al.* (2006) observaram cerca de 60% de mortalidade em *Trypoxylon lactitarse*, gênero com maior número de ninhos coletados neste estudo; já para *Centris analis*, Jesus & Garófalo (2000) observaram mortalidade de 33%, enquanto que Loyola & Martins (2006) estudando a comunidade de abelhas e vespas em ninhos armadilha em Belo Horizonte também observaram mortalidade média de 48% dos indivíduos.

Chrysididae (n=6 espécies) foi a família mais frequente entre vespas, parasitando seis espécies de vespas e *Coelioxys*, o gênero mais frequente (n=8 espécies) entre abelhas,

parasitando cinco espécies. A baixa frequência de espécies cleptoparasitas/parasitoides em uma região pode estar associada à qualidade ambiental e ao equilíbrio da relação de adaptabilidade da espécie associada ao hospedeiro, sendo este equilíbrio alterado por variações climáticas ou modificações bruscas no ambiente (Gauld 1987, Hawkins *et al.* 1992).

Neste estudo, tanto em áreas melhor preservadas (os maiores fragmentos estudados em cada uma das áreas; SEAPPA-RJ 2007), quanto em pequenos fragmentos, a abundância de cleptoparasitas/parasitoides não foi diferente, sendo em geral, menor do que algumas taxas de parasitismo descritas na literatura. Aguiar e Martins (2002), por exemplo, tiveram uma perda de 50% dos ninhos de *Centris tarsata* devido ao parasitismo por *Mesocheira bicolor*, enquanto que em nosso estudo apenas quatro indivíduos desta espécie cleptoparasita emergiram dos ninhos em FESS e um em FODM (sem identificação da espécie nidificante), caracterizando a perda de algumas células e crias em FESS e um ninho em FODM (25%).

Um ninho de *Centris anais* foi cleptoparasitado por *Coelioxys chichimeca* Cresson, ataques desta espécie já foram relatados também em *Centris (Heterocentris) bicornuta* Mocsary por Vinson *et al.* (2010) e outras espécies do gênero também atacam ninhos de *Centris trigonoides* Lepeletier (ver: Jesus & Garófalo 2000, Gazola & Garófalo 2004, Aguiar *et al.* 2006).

## 2.5. Conclusão

As fitofisionomias da Microbacia Brejo da Cobiça em São Francisco de Itabapoana (Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros - FEST), Microbacia Santa Maria em São José de Ubá (Floresta Estacional Semidecidual Submontana - FESS) e Microbacia Caixa D'Água em Trajano de Moraes (Floresta Ombrófila Densa Montana - FODM), na região norte - noroeste do Estado do Rio de Janeiro comportam uma comunidade com 42 espécies de abelhas (n=20 espécies) e vespas (n=22) que nidificam em ninhos-armadilha (NA). A composição de espécies é semelhante, sendo FEST mais semelhante à FESS entre as fitofisionomias. As espécies de modo geral, sofrem influência das temperaturas baixas, e dessa forma, é importante o estudo da biologia destas espécies nas áreas de estudo e sua relação com as áreas circundantes e disponibilidade de alimento ao longo de todo o ano. Algumas espécies como *Euglossa pleosticta*, *Megachile (Chrysosarus)* sp1, *Megachile (Melanosarus) nigripennis*, *Megachile (Pseudocentron) inscita*, têm preferência de nidificação por bambu, enquanto que *Podium* sp1, *Tetrapedia diversipes*, *Trypoxylon* sp5,

*Trypoxylon* sp7, Trypoxylini sp1, *Zethus* sp3 preferem nidificar em cartolina. A utilização de diferentes substratos para nidificação (bambu e cartolina) possibilitou a captura de uma maior diversidade de espécies.

Devido ao pequeno número de estudos com Aculeata em ninho-armadilha no Estado do Rio de Janeiro, não é possível afirmar que a riqueza e diversidade amostradas representam a realidade do Estado para a fauna de Aculeata nidificantes em ninho-armadilha.

Algumas espécies encontradas como as da família Apidae e Megachilidae (gêneros: *Centris*, *Euglossa*, *Hypanthidium* e *Megachile*) podem ser indicadas como espécies potenciais para o manejo na polinização agrícola e florestal, como *Euglossa pleosticta* para tomate (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae), maracujá (*Passiflora edulis*, Passifloraceae), pitanga (*Eugenia uniflora*, Myrtaceae) e *M. (Ptilosarus)* sp e *M. (Melanosarus) nigripennis* para alecrim (*Rosmarinus* spp., Lamiaceae), girassol (*Helianthus annuus*, Asteraceae), soja (*Glycine* spp., Fabaceae). No entanto, necessita-se ainda de mais estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies para o desenvolvimento de um desenho para o manejo, assim como da determinação das plantas alvo destas espécies, o que pode ser obtido através de análises diretas ou indiretas, como com a análise do pólen encontrado nos ninhos.

**Capítulo 3:** Efeito das características dos fragmentos florestais de Mata Atlântica sobre a riqueza de Aculeata (Insecta: Hymenoptera) nidificantes em ninho-armadilha

### Resumo

Este capítulo teve o objetivo de investigar o efeito das características bióticas e abióticas do fragmento sobre a riqueza de espécies. Foram selecionados previamente oito possíveis fatores de influência (variáveis explicativas): índice de forma do fragmento, a área do fragmento, o perímetro do fragmento, a distância do fragmento mais próximo, a área do fragmento mais próximo, o número de espécies arbóreas, a área basal da vegetação arbórea e o tipo fitofisionômico. O maior número de espécies foi encontrado nos fragmentos irregulares, com índice de forma menor que 0,5. Foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM) para medir o efeito (causa-efeito) destas variáveis que podem estar influenciando a riqueza em três fitofisionomias da Mata Atlântica. Dois grupos de modelos foram gerados: GLM\_frag (n=21 pontos), sem os dados de vegetação e, GLM\_veg (n=10 pontos) com dados de vegetação. As variáveis explicativas tiveram pouco efeito sobre a riqueza de espécies de Aculeata. O modelo mais parcimonioso para GLM\_frag contém as variáveis perímetro e tipo de fitofisionomia (W=0,40), enquanto que para GLM\_veg o mais parcimonioso não apresentou nenhuma das variáveis selecionadas (W=0,43). Para GLM\_frag o fator de maior importância relativa na riqueza de espécies foi o tipo de fitofisionomia (1,00). As características dos fragmentos utilizadas como perímetro, forma, número de espécies vegetais e área do fragmento mais próximo não tiveram influência sobre a riqueza de espécies da guilda de Aculeata estudada na região do norte - noroeste fluminense.

**Palavras chave:** abelhas solitárias, vespas solitárias, fragmentação, GLM, modelagem estatística, ArcGIS.

### 3.1. Introdução

Estudos de ecologia de comunidades vêm sendo utilizados como base para estudos dos efeitos da fragmentação de habitat em remanescentes florestais com diferentes características (Metzger 2000, Collinge & Palmer 2002, Steffan-Dewenter 2003, Steffan-Dewenter & Westphal 2008). Aspectos da mudança na estrutura e dinâmica das comunidades vegetais, riqueza e abundância da fauna e interação fauna-flora (Murcia 1995), assim como a mudança nos fatores abióticos, como o aumento da temperatura, redução da umidade relativa do ar e retenção da precipitação (Kapos 1989) são avaliados, entretanto, muitas vezes, em estudos separados.

Diferentes fatores são considerados como potenciais causas que poderiam afetar a distribuição e ocorrência de espécies, como o tamanho, estrutura e características do habitat, o grau de isolamento, tipo de vizinhança ou matriz circundante, histórico de perturbações e conectividade entre os fragmentos (Diamond 1976, Kapos 1989, Lawton *et al.* 1998, Viana & Pinheiro 1998, Metzger 2000), além da influência do método de coleta de dados e sua relação com fauna, flora e estrutura da vegetação (Taylor *et al.* 1984). No entanto, não estão ainda bem definidos quais destes fatores são realmente importantes e influentes sobre as comunidades e manutenção das espécies (McGarigal & Cushman 2002). Contudo, alguns estudos aconselham a utilização e preconizam a importância de grupos ou espécies de animais que espelham estas modificações ambientais, como fontes de informação destas mudanças ou alteração ambiental (Kremen 1992, Qinghong 1995, Yoccoz *et al.* 2001, Teixeira *et al.* 2011).

O efeito da área e o efeito de borda são dois fatores bastante utilizados como mecanismos de avaliação da influência de mudanças ambientais sobre a comunidade de animais. O efeito da área é proporcional ao tamanho do fragmento e ao seu grau de isolamento, e como regra geral, tem-se que: pequenos fragmentos tendem a ter menor número de espécies (MacArthur & Wilson 1967), que sofrem altas taxas de extinção devido a efeitos demográficos e genéticos (Smith 1992, Noss & Csuti 1997). Os efeitos de borda são causados pela variação gradual nos fatores físicos e biológicos da borda para o centro da floresta e, são mais acentuados conforme aumenta a proporção de borda em relação à área. Em geral, quanto menor o tamanho do fragmento maior será a proporção de borda em relação à parte central da área (Laurance & Yensen 1991). Fragmentos com bordas muito recortadas podem ter este efeito aumentado (Laurance *et al.* 2000), ou seja, a forma do fragmento pode aumentar o efeito de borda sobre as comunidades animais. Para avaliar este efeito da forma do fragmento,

tem sido aplicado em análises um índice de forma, circularidade ou “compactness” (Oliveira *et al.* 2005, Sonka *et al.* 2008, Zunic *et al.* 2010).

Estudos sobre o efeito das mudanças ambientais sobre as comunidades de insetos buscam descrever e/ou prever principalmente os efeitos derivados da fragmentação sob os aspectos da estrutura ambiental (característica da vegetação e condição do fragmento) e isolamento das florestas (ex: Morato & Campos 2000, Teixeira 2006). Esta resposta à fragmentação, no entanto, depende do grupo taxonômico focado. Teixeira (2006), estudando 27 ilhas de floresta semidecidual em savana da Amazônia Oriental, observou que a forma e o tamanho dos fragmentos não influenciavam a comunidade de besouros coprófagos, entretanto, a composição de espécies estava relacionada ao isolamento dos fragmentos em relação ao maciço florestal e, ainda, as comunidades mostraram uma relação negativa com a degradação estrutural do ambiente. Morato & Campos (2000), em estudo do projeto PDBFF (Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais) na Amazônia Central, utilizando NA, observaram uma diminuição na riqueza de abelhas solitárias nos fragmentos menores, indicando a ação do processo de fragmentação.

De maneira geral, a diversidade de abelhas encontradas em NA em áreas abertas ou clareiras é maior do que a encontrada em áreas fechadas de floresta, sendo em sua maioria espécies de ampla distribuição e menor exigência em relação à qualidade do ambiente (Pérez-Maluf 1993, Camillo *et al.* 1995, Aguiar & Martins 2002 e Buschini 2006). Gathmann *et al.* (1994) enfatizaram que é importante também levar em conta a diversidade e a abundância floral da região, ou fragmento, uma vez que uma área com alta diversidade de flores melitófilas propicia também uma maior diversidade e abundância de abelhas nos ninhos-armadilha.

Em estudo na Amazônia, a diversidade de espécies em NA foi maior em matas contínuas e clareiras naturais do que em áreas desmatadas (antrópicas) (Morato & Campos 2000); além disso, a guilda varia quanto a sua abundância e riqueza, em relação à altura de ocorrência ao substrato da vegetação, sendo a área do dossel (15 m) duas vezes mais rica e abundante do que o sub-bosque (1,5m) (Morato 2001a). Espécies de vespas como *Trypoxylon* (*Trypargilum*) spp. na Amazônia, por exemplo, não demonstraram nenhuma exigência quanto ao habitat ocupado, sendo encontrados, em mata contínua, fragmentos florestais e também em áreas desmatadas (Morato & Campos 2000). Para outras espécies como *Trypoxylon lactitarse* e *Anthodioctes megachiloides* Holmberg foi observada uma maior probabilidade de ocorrência em áreas com árvores de maiores diâmetros e em locais com maior abundância de

árvores mortas; outra espécie de *Trypoxylon (Trypargilum)* sp. mostrou-se mais frequente em áreas com vegetação arbustiva (Loyola & Martins 2009).

Comunidades de abelhas solitárias em NA foram amostradas em diferentes fragmentos de Mata Atlântica em vários Estados do Brasil, como São Paulo (Garófalo 2000), Rio de Janeiro (Deprá 2010, Menezes 2011) e Santa Catarina (Buschini 2005). No entanto, a maioria dos estudos não abordou o grau de conservação dos fragmentos e seus efeitos sobre a comunidade. Teixeira *et al.* (2011), em florestas semidecíduais, no Estado do Rio de Janeiro, observaram que a espécie de abelha *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell está associada apenas às áreas de floresta e em maior abundância em fragmentos com melhor estágio de regeneração, não ocorrendo em área aberta, nem em fragmento menor que 4,1 ha.

O objetivo deste trabalho foi identificar se variáveis físicas ou biológicas do fragmento influenciam a riqueza de espécies de Aculeata que nidificam em ninho-armadilha, em diferentes regiões de Mata Atlântica no Rio de Janeiro.

## 3.2. Material e Método

### 3.2.1. Grupo estudado e área de estudo

Os Aculeata foco deste estudo são as espécies de abelhas e vespas solitárias nativas que utilizam cavidades preexistentes para nidificação, neste caso, espécies que potencialmente constroem ninhos em cavidades encontradas em troncos de árvores em pé, caídos ou em galhos. Este grupo de espécies, por apresentarem comportamento semelhante quanto à utilização das cavidades formam uma guilda (Morato & Martins 2006).

Esta guilda, principalmente as abelhas, tem um importante papel na polinização de plantas tanto nativas como de produção agrícola (Tschardtke *et al.* 1998, Imperatriz-Fonseca 2004, Klein *et al.* 2006, Muller *et al.* 2006, Ollerton *et al.* 2011), entretanto, o manejo e criação destas espécies ainda é incipiente ou inexistente. Várias espécies de abelhas utilizam um tipo específico de provisionamento alimentar e de material de construção das células de cria (Simpson & Neff 1981, Schlindwein 2000). De acordo com estas características é sugerido que estas espécies sejam utilizadas como indicadores de alterações ambientais (Tschardtke *et al.* 1998).

As áreas estudadas pertencem a três bacias hidrográficas e estão situadas no norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro, uma região de alta densidade de povoados, sendo uma área criticamente ameaçada pelas ações antrópicas (Rambaldi *et al.* 2003).

- (1) A Bacia Hidrográfica do Rio Guaxindiba (Microbacia Brejo da Cobiça) pertence ao município de São Francisco do Itabapoana e engloba a Estação Ecológica de Guaxindiba, o maior remanescente de floresta estacional sobre tabuleiro típico de baixada e alagados que ocorrem na região. O clima é do tipo Aw tropical subúmido (sensu Köppen-Geiger), com invernos secos e verões úmidos e com pelo menos seis meses de déficit hídrico, durante o ano. A temperatura média anual é de 22,8° C e a precipitação média anual é em torno de 900 mm. O tipo de vegetação nativa é de Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros – FEST (Veloso *et al.* 1991), em estágio secundário de regeneração. A paisagem é composta principalmente por um relevo plano com plantios de monocultura, pastagens e manchas florestais de diferentes tamanhos. Os principais produtos agropecuários são cana-de-açúcar, abacaxi, maracujá, goiaba, coco, mandioca, feijão Caupi e pecuária de corte e leite (SEAPPA 2007, 2008a).
- (2) A Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (Microbacia Santa Maria) pertencente ao município de São José de Ubá é uma das regiões mais secas e degradadas do Estado (Dan *et al.* 2010). A vegetação nativa é composta pela Floresta Estacional Semidecidual Submontana – FESS. O clima é do tipo Aw tropical subúmido (sensu Köppen-Geiger), com invernos secos e verões úmidos e com pelo menos seis meses de déficit hídrico, durante o ano. A temperatura média anual é de 23° C e a precipitação média anual é em torno de 1200 mm. A paisagem é composta de um relevo que varia de plano a montanhoso, com atividades essencialmente agropecuárias com plantios de monocultura de histórico sucessivo, pastagens e pequenas manchas secundárias de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS), apresentando ainda, muitas vezes, erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água, como consequência da ocupação não planejada das terras e dos sistemas agrícolas. Os produtos agropecuários são principalmente tomate e pimentão além de pecuária de corte e leite de baixa produtividade (SEAPPA 2007, 2008c).
- (3) A Bacia Hidrográfica do Rio Imbé (Microbacia Caixa D'Água), localizada no município de Trajano de Moraes, e abriga várias nascentes do Rio Imbé. O clima é

do tipo Cwa tropical de altitude (sensu Köppen-Geiger), com geadas, ventos frios e neblina no inverno e verões chuvosos e amenos. A temperatura média anual é de 22° C e a precipitação média anual é superior a 2500 mm. A vegetação nativa é composta pela Floresta Ombrófila Densa Montana – FODM e muitos fragmentos estão em estágio avançado de regeneração (Moreno *et al.* 2003). A paisagem é composta de um relevo em sua maioria submontano a montanhoso, com plantios de monocultura, pastagens e fragmentos florestais de diferentes tamanhos. Os principais produtos da região são o eucalipto e banana, havendo uma pequena produção de leite, legumes, queijo, mel (Apicultura e Meliponicultura) e outras frutas (SEAPPA 2007, 2008b).

### 3.2.2. Amostragem dos Aculeata

Durante o período de junho de 2007 a julho de 2009, com a utilização da técnica de ninhos-armadilha (NA), foram obtidos dados da riqueza de espécies da guilda de abelhas e vespas em 21 pontos amostrais em 16 fragmentos florestais nas três fitofisionomias da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro descritas no item 3.2.1. Foram amostrados seis fragmentos (5,5; 16; 35,3; 55,1; 57; 1200 ha) em Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros – FEST (21°17,07' a 21°06,06'S - 41°04,07' a 41°14,18'W); cinco fragmentos florestais (2,1; 4,1; 6,6; 7,6; 920 ha) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana – FESS (21°22' a 21°24'S - 41°54' a 42°02'W); e cinco (18; 12; 14; 125; 876 ha) em Floresta Ombrófila Densa Montana – FODM (22°03' a 22° 06' S - 42°02' a 42°06'W). Fragmentos maiores e aqueles que apresentavam maior heterogeneidade ambiental foram amostrados em mais de um ponto: FEST (1200 ha, n=3 pontos amostrais), FESS (920 ha, n=2), FODM (125 e 876 ha, n=2).

A presença das espécies foi registrada pela emergência dos adultos dos ninhos estabelecidos nos NA em cada um dos tipos fitofisionômicos estudados, até seis meses após a coleta do ninho (para detalhes do método de coleta ver capítulo 2).

### 3.2.3. Variáveis explicativas

Com base nas características da paisagem das microbacias amostradas, optou-se por utilizar as variáveis comumente avaliadas em ecologia de paisagem para as condições do fragmento, tais como área, perímetro, forma e conectividade do fragmento florestal, tipo de fitofisionomia, o número de espécies arbóreas e área basal total dos fragmentos estudados; para avaliar a conectividade foi utilizada a distância e a área do fragmento mais próximo (Tabela 3.1 e 3.2).

As medidas métricas de paisagem foram feitas no ArcGIS 9.3 (ESRI 2004) baseados em imagens no formato "shape" (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2009). Os dados de estrutura da vegetação foram provenientes dos projetos “O uso de atributos funcionais como ferramenta auxiliar na avaliação da estrutura da comunidade arbórea de fragmentos florestais visando à restauração ecológica” (Fragmentos/FAPERJ) e “Gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense” (RIO RURAL-GEF), e foram fornecidos pelo Prof. Dr. Marcelo Trindade Nascimento (Herbário UENF) e sua equipe.

**Tabela 3.1** - Descrição das variáveis explicativas utilizadas para prever a riqueza de espécies de Aculeata das regiões estudadas.

Variável	Descrição	Média	dp
área(F)	Área do fragmento em hectares (10.000m <sup>2</sup> )	367,70	489,80
per(F)	Perímetro do fragmento em metros (m)	10106,66	9880,28
forma(F)	Índice de forma: $40.000\pi * \text{área(F)} / \text{per(F)}^2$ Valores entre 0 e 1. Circular: $\text{forma(F)} \geq 0,8$ ; Alongados: $0,6 \geq \text{forma(F)} < 0,8$ Muito irregular: $\text{forma(F)} < 0,6$	0,30	0,15
dist(NF)	Distância do fragmento mais próximo em metros (m)	600,47	732,88
área(NF)	Área do fragmento mais próximo em hectares (10.000m <sup>2</sup> )	26,00	48,26
Rt(F)	Número de espécies arbóreas	70,50	16,70
abveg(F)	Área basal total em m <sup>2</sup> por hectare (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	14,86	10,64
tFlorest	Tipo de fitofisionomia FEST - Floresta Estacional Semidecidual sobre Tabuleiros FESS - Floresta Estacional Semidecidual Submontana FODM - Floresta Ombrófila Densa Montana		

**Tabela 3.2** – Valores das variáveis explicativas utilizadas para prever a riqueza de espécies de Aculeata das regiões estudadas. tFlorest - tipo fitofisionômico; Rb(F) - riqueza de abelhas nidificantes em ninho-armadilha; Rw(F) - riqueza de vespas nidificantes em ninho-armadilha; área(F) - área do fragmento amostrado; per(F) - perímetro do fragmento; forma(F) - índice de forma do fragmento; Rt(F) - número de espécies arbóreas; abveg(F) - área basal da vegetação arbórea; dist(NF) - distância do fragmento mais próximo; área(NF) - área do fragmento mais próximo; Altitude(F) – altitude do ponto de coleta em relação ao nível do mar.

tFlorest	Áreas de estudo	Sigla	Rb(F)	Rw(F)	Rt(F)	abveg(F) (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	área(F) (ha)	per(F) (km)	forma(F)	dist(NF) (m)	área(NF) (ha)	Coordenadas (Lat/Long)
FEST	Mata do Carvão	MA	3	4	72	22,2	1200	18,4	0,45	1700	5,5	21°24'45"S 41°05'10"W
FEST	Fazenda Santo Antônio	SNT	3	7	59	22,35	57	4,85	0,30	2800	1,8	21°17'50"S 41°05'40"W
FEST	Fazenda Sr. Alfeu	AL	4	6	71	21,9	55,1	6,3	0,17	470	7,4	21°19'10"S 41°07'15"W
FEST	Fazenda Santana	SAN	8	7	89	23,2	35,3	5,75	0,13	330	1,9	21°20'05"S 41°08'20"W
FEST	Fazenda Sigmaringa	SI	3	6	86	28,0	16	1,95	0,53	480	12,8	21°19'40"S 41°06'04"W
FEST	Fragmento7	F7	5	7			5,5	1,85	0,20	580	2,0	21°21'50"S 41°06'40"W
FESS	Mata da Prosperidade	PRP	5	4	89	48,81	920	29,5	0,13	80	15,0	21°24'42"S 42°01'58"W
FESS	Fazenda José Marinho	JM	8	4	65	18,17	7,6	1,2	0,66	240	4,4	21°22'32"S 41°55'04"W
FESS	Fazenda Humberto	HB	7	5			6,6	2,2	0,17	400	2,1	21°23'10"S 41°55'15"W
FESS	Fazenda José Francisco	JF	4	5	33	15,32	4,1	1,32	0,30	90	11,3	21°23'30"S 41°55'30"W
FESS	Mata do Tomate	ZT	7	6			2,1	0,76	0,46	420	7,3	21°22'55"S 41°55'37"W
FODM	Mata da Cabecinha	CAB	2	6		54,14	876	23,2	0,20	50	141,0	22°05'51"S 42°05'38"W
FODM	Mata da Torre	TO	2	6			125	7,7	0,26	300	5,8	22°03'29"S 42°03'40"W
FODM	Mata do PC	PC	1	4		46,08	18	2,86	0,28	60	141,0	22°04'31"S 42°04'42"W
FODM	Horto regenerado	HRG	1	6			14	2,5	0,28	390	12	22°04'19"S 42°03'56"W
FODM	Horto reflorestado	HRF	2	5			12	1,6	0,59	390	14	22°04'39"S 42°03'60"W

### 3.2.4. Modelagem estatística

Diferentes análises tentam identificar quais fatores influenciam a riqueza de espécies em uma determinada região. Dentre elas destacam-se os Modelos Lineares Generalizados (GLM), introduzidos por Nelder & Wedderburn (1972).

Neste estudo a probabilidade de uma maior riqueza de espécies foi modelada a partir de Modelos Lineares Generalizados (GLM), que possuem a premissa de que cada fator (variável explicativa) possui um efeito aditivo sobre a variável resposta (neste caso número de espécies). Assim, como modelo conceitual, tem-se a fórmula (Mourão & Magnusson 2007):

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_ix_i + e$$

onde:  $y$  = variável resposta (dependente)  
 $x$  = variável explicativa (independente)  
 $a$  = intercepto ( $x=0$ )  
 $b$  = inclinação da reta  
 $e$  = variação residual (erro)

A modelagem foi realizada no programa R System versão 2.13 com a utilização dos pacotes “MASS” e “lme4”, e os modelos foram gerados pelo método da máxima verossimilhança (Venables & Ripley 2002, Bates & Maechler 2011, R Development Core Team 2011). As variáveis explicativas foram padronizadas ( $\bar{X} = 0$  e  $dp = 1$ ) para que os coeficientes fossem comparáveis entre os modelos (Schielzeth 2010).

Para evitar a utilização de variáveis correlacionadas foi aplicada a correlação de Spearman entre as variáveis. Adotou-se como correlacionadas as variáveis com coeficientes maiores que 0,50 (Booth *et al.* 1994). Variáveis correlacionadas foram selecionadas através do critério de informação de Akaike (AICc), sendo escolhida a variável com o menor valor de AICc. O AICc de cada variável foi obtido através de um modelo uni variado gerado para cada uma das variáveis (Burnham & Anderson 2002).

Como uma das premissas para modelos múltiplos é a presença de dados para todos os parâmetros, foi necessária a geração de dois grupos de modelos: o primeiro utiliza todos os fragmentos amostrados, GLM\_frag (n=21 pontos amostrais), e não utiliza os dados de vegetação; enquanto que o segundo, GLM\_veg (n=10) usa dados da estrutura da vegetação

existentes apenas para oito dos 16 fragmentos estudados.

Para cada um dos GLM foi gerado um conjunto de modelos alternativos construídos a partir de todas as combinações possíveis entre as variáveis selecionadas (GLM\_frag=8; GLM\_veg=8 modelos), sendo ranqueados pelo valor médio dos AICc dos modelos gerados (pacote “MuMIn”: Barton 2011). Um subconjunto de modelos foi selecionado dentro do intervalo de 95% de confiança para a inferência sobre as variáveis que sejam baseadas em múltiplos modelos, que leva em consideração a incerteza de todos os modelos. Este novo conjunto é formado através da soma cumulativa dos pesos dos Akaike ( $W$ ) até estes atingirem 0,95. O parâmetro  $-W$  tem relação inversa com o AICc, assim, quanto menor o valor de AICc, maior o peso de Akaike da variável dentro do modelo. O peso de Akaike indica a probabilidade relativa de o modelo ser o mais correto em relação aos outros modelos gerados (Burnham & Anderson, 2002).

O pacote “MuMIn” também é responsável pela determinação da direção e magnitude do efeito de cada variável explicativa, gerada a partir da média das estimativas dos coeficientes de todos os modelos contendo a variável, ponderada pelo peso de Akaike. O grau de incerteza gerada pelo modelo é calculado pela estimativa do erro padrão incondicional (Burnham & Anderson 2002). As variáveis explicativas usadas no modelo foram finalmente ranqueadas (pacote “MuMIn”) por meio da soma dos pesos de Akaike de cada modelo que contém a variável (Barton 2009).

### 3.3. Resultado

#### 3.3.1. Variáveis explicativas

De maneira geral, foi encontrado um moderado nível de correlação entre as variáveis explicativas (Tabela 3.3 e Tabela 3.4). Entre as variáveis com maior coeficiente de correlação para o modelo GLM\_frag podemos destacar a área do fragmento sendo fortemente correlacionada com o perímetro ( $r_s=0,93$ ); a distância do fragmento mais próximo com forte correlação positiva com o tipo fitofisionômico ( $r_s=0,74$ ) e negativa com em relação à área do fragmento mais próximo ( $r_s=-0,68$ ), sendo esta última também correlacionada negativamente com o tipo fitofisionômico ( $r_s=-0,53$ ). Em relação ao modelo GLM\_veg a área do fragmento também mostrou forte correlação com o perímetro ( $r_s=0,85$ ), assim como o perímetro correlaciona negativamente com a forma ( $r_s=-0,60$ ); a distância do fragmento mais próximo foi positivamente correlacionada com o tipo florestal ( $r_s=0,86$ ) e área basal total ( $r_s=0,63$ ); a

área basal total por sua vez foi positivamente correlacionada tanto com o tipo de fitofisionomia ( $r_s=0,85$ ) quanto com o número de espécies arbóreas ( $r_s=0,52$ ).

Após as análises dos AICc, as variáveis selecionadas para a utilização no modelo GLM\_frag foram: a forma do fragmento (forma(F)), perímetro do fragmento (per(F)) e o tipo de fitofisionomia (tFlorest) e para GLM\_veg: a área do fragmento (área(F)), a área do fragmento mais próximo (área(NF)) e o número de espécies arbóreas (Rt(F)).

**Tabela 3.3** – Matriz de correlação de Spearman para as variáveis explicativas, com seus respectivos critério de Akaike (AICc)

A - GLM_frag						
AICc	103,1	103,2	102,8	106,3	101,4	100,2
Variável	área(F)	per(F)	forma(F)	dist(NF)	área(NF)	tFlorest
área(F)	1					
per(F)	<b>0,93</b>	1				
forma(F)	-0,15	-0,45	1			
dist(NF)	0,03	-0,22	0,41	1		
área(NF)	0,10	0,30	-0,17	<b>-0,68</b>	1	
tFlorest	0,09	-0,08	0,18	<b>0,74</b>	<b>-0,53</b>	1

As variáveis correlacionadas ( $r \geq 0,50$ ) estão em negrito

B - GLM_veg								
AICc	47,66	48,23	47,72	49,32	48,37	49,44	49,16	49,38
Variável	área(F)	per(F)	forma(F)	dist(NF)	área(NF)	tFlorest	Rt(F)	abveg(F)
área(F)	1							
per(F)	<b>0,85</b>	1						
forma(F)	-0,21	<b>-0,60</b>	1					
dist(NF)	0,29	-0,18	0,49	1				
área(NF)	0,08	0,45	-0,29	<b>-0,64</b>	1			
tFlorest	0,29	0,00	0,18	<b>0,86</b>	<b>-0,50</b>	1		
Rt(F)	0,32	0,45	-0,28	-0,06	0,20	0,32	1	
abveg(F)	0,16	0,01	0,04	<b>0,63</b>	-0,33	<b>0,85</b>	<b>0,52</b>	1

As variáveis correlacionadas ( $r \geq 0,50$ ) estão em negrito

### 3.3.2. Efeito das variáveis explicativas

De maneira geral, as variáveis explicativas apresentaram um fraco efeito sobre a riqueza de espécies de Aculeata, mostrando também um moderado parâmetro de incerteza na validação dos modelos (Tabela 3.4). Em GLM\_frag duas das variáveis tiveram um fraco efeito negativo: a forma do fragmento ( $b = -0,01 \pm 0,04$ ), e o perímetro ( $b = -0,07 \pm 0,09$ ); já o tipo de fitofisionomia ( $b = 0,21 \pm 0,08$ ) teve um moderado efeito positivo sobre a riqueza de

espécies. Todas as variáveis em GLM\_veg apresentaram fraco efeito, sendo este negativo para área do fragmento ( $b = -0,04 \pm 0,09$ ) e área do fragmento mais próximo ( $b = -0,02 \pm 0,07$ ) e positivo para número de espécies arbóreas ( $b = 0,01 \pm 0,05$ ).

O número de modelos do subconjunto com 95% de confiança indica um alto nível de incerteza para os modelos gerados (Tabela 3.4). O modelo mais parcimonioso gerado em GLM\_frag possui a variável perímetro do fragmento e tipo florestal ( $W=0,40$ ). Em GLM\_veg o modelo mais parcimonioso é o modelo nulo, ou seja, o que não consta nenhuma das variáveis ( $W=0,43$ ).

**Tabela 3.4** – Estimativa média dos parâmetros (Coeficiente), erro padrão incondicional (EP Incondicional), intervalo de confiança (IC) mínimo e máximo para as variáveis explicativas a partir de todas as combinações geradas pelos modelos.

A - Média dos parâmetros do modelo GLM_frag (n=8 modelos)				
	Coeficiente	EP incondicional	IC mínimo	IC máximo
(Intercepto)	2,16	0,07	2,00	2,31
forma(F)	-0,01	0,04	-0,10	0,08
tFlorest	0,21	0,08	0,04	0,39
per(F)	-0,07	0,09	-0,25	0,11

B - Média dos parâmetros do modelo GLM_veg (n=8 modelos)				
	Coeficiente	EP incondicional	IC mínimo	IC máximo
(Intercepto)	2,29	0,10	2,06	2,52
area(F)	-0,04	0,09	-0,24	0,15
area(NF)	-0,02	0,07	-0,17	0,12
Rt(F)	0,01	0,05	-0,11	0,13

### 3.3.3. Importância das variáveis explicativas

A importância de cada variável dentro do modelo pôde ser inferida a partir da soma dos pesos de Akaike dos modelos em que a variável está contida (Tabela 3.5). A variável mais importante para GLM\_frag foi o tipo fitofisionômico (1,00), presente em todos os modelos gerados, seguido pelo perímetro (0,52) e forma do fragmento (0,23). Todas as variáveis no modelo GLM\_veg tiveram valores baixos de importância, sendo a área do fragmento (0,29) o mais alto, seguido da área do fragmento mais próximo (0,21) e número de espécies arbóreas (0,17).

**Tabela 3.5** – Modelos gerados com 95% de confiança, ranqueados pelo critério de Akaike (AICc), peso de Akaike (W) para cada modelo e a importância relativa de cada variável.

A - GLM_frag					
Ranque	forma(F)	tFlorest	per(F)	AICc	W
1		X	X	99,41	0,40
2		X		99,55	0,37
3	X	X	X	101,80	0,12
4	X	X		102,12	0,10
Importância relativa		0,23	1,00	0,52	

B - GLM_veg					
Ranque	área(F)	area(NF)	Rt(F)	AICc	W
1				48,05	0,43
2	X			49,37	0,22
3		X		50,08	0,15
4			X	50,88	0,10
5	X		X	52,78	0,04
6	X	X		53,07	0,03
7		X	X	53,89	0,02
Importância relativa		0,29	0,21	0,17	

### 3.4. Discussão

#### 3.4.1. Variáveis explicativas

Para avaliar o impacto da fragmentação ou os efeitos das características dos fragmentos sobre qualquer comunidade, o primeiro passo seria realizar o inventário da fauna e a flora de uma área (Pearson 1994), mas, devido à dificuldade de se determinar o total da riqueza de espécies, algumas estratégias podem ser empregadas para minimizar este erro, como a utilização de grupos de espécies indicadora da existência de outras (Margules & Pressey 2000), ou a utilização de características do habitat que influenciariam a ocorrência dessas espécies. Neste caso, leva-se em conta a especificidade apresentada por algumas espécies em relação ao local de nidificação, restrições quanto à fonte alimentar ou necessidade de material específico para a construção dos ninhos e desenvolvimento da prole (Cane 2001, Roubik 2001). Neste contexto, a utilização da guilda de Aculeata que nidificam em cavidades preexistentes como ferramenta para estudos de avaliação do impacto da fragmentação ou os efeitos das características dos fragmentos sobre a comunidade se encaixa perfeitamente, uma vez que são especialistas para este tipo de recurso, além de serem de fácil manuseio e ser possível sua distinção taxonomicamente. Mesmo havendo problemas na

identificação de espécies para alguns grupos, de acordo com Oliver & Beattie (1996), as estimativas de riqueza e de substituição ao longo da paisagem (turnover) utilizando morfotipos, são tão consistentes quanto às geradas por espécies identificadas por especialistas.

Em relação às características dos fragmentos, as manchas florestais estudadas apresentaram formas muito irregulares, apresentando índice de forma variando de 0,13 a 0,66, com um grande perímetro, o que pode acarretar em um maior efeito de borda no interior do fragmento (Laurance *et al.* 2007), levando à modificação na composição e diversidade de espécies (ver Colwell & Lees 2000, Colwell *et al.* 2004). De acordo com Petterson & Atmar (2000), a riqueza de espécies em pequenos fragmentos (entre 0,01 e 20 ha) é bem menor do que o número de espécies encontradas em um ambiente contínuo de mesmo tamanho, apresentando-se apenas como um subconjunto de espécies desta maior fragmento ou área contínua. Além disso, segundo Krauss *et al.* (2009) a riqueza de espécies de abelhas solitárias decresce com a diminuição do tamanho do fragmento, sendo também afetada pela heterogeneidade do habitat e esforço de coleta. Os resultados do presente estudo não corrobora este quadro proposto por Petterson & Atmar (2000) e Krauss *et al.* (2009), uma vez que a riqueza de espécies da guilda estudada não foi afetada pelo tamanho do fragmento.

Outros fatores que devem ser considerados para estudos futuros são os fatores abióticos e bióticos de cada ponto amostral como: a oscilação de temperatura, radiação solar, umidade, inclinação do solo em direção ao sol e ventos e efeito de borda, diversidade de flores melitófilas, e qualidade da matriz circundante, assim como a estratificação vertical da amostragem (Gathmann *et al.* 1994, Morato *et al.* 1999, Veddeler 2006).

Os resultados indicaram que as características dos fragmentos normalmente utilizadas como perímetro e forma, assim como área basal e número de espécies arbóreas, distância do fragmento mais próximo, área do fragmento mais próximo e índice de forma não tiveram influência sobre a riqueza de espécies da guilda de Aculeata estudada na região do norte - noroeste fluminense. Um estudo com modelos lineares múltiplos analisando a influência da paisagem sobre a riqueza de espécies em pastagens manejadas na Alemanha (Dauber *et al.* 2003) indicou que características como o tipo de solo e a idade da pastagem adjacente, assim como a porcentagem de cobertura da matriz circundante por plantações agrícolas foram variáveis importantes para a predição de riqueza de espécies de abelhas coletadas em *pan-traps*.

A avaliação da matriz circundante pode ser um fator importante para novos estudos na região. Amostragens de visitantes florais em árvores, arbustos e plantações adjacentes aos

fragmentos indicam que muitas das espécies de abelhas capturadas em ninhos-armadilha utilizam esta área para o forrageio (Menezes 2007, Aguiar & Gaglianone 2008, Benevides et al. 2009, Oliveira 2011), devendo estas variáveis ser levadas em consideração para estudos futuros.

Veddeler (2006), em um estudo no Equador, utilizou outras variáveis explicativas como a preferência de nidificação em alturas diferentes, sazonalidade e incidência luminosa no local de nidificação. Os autores identificaram que o número de espécies de abelhas foi influenciado pelo número de células de cria construídas, com a estação chuvosa e também com a nidificação em estratos mais baixos para nidificação. Estas variáveis também devem ser consideradas para estudos futuros.

#### 3.4.2. Importância das variáveis explicativas

Os resultados indicaram que o tipo de fitofisionomia é uma variável muito importante na determinação da riqueza de espécies que nidifica em ninhos-armadilha em relação às demais variáveis escolhidas. O maior número de espécies foi encontrado em fragmentos com menores perímetros, indicando que áreas menos recortadas são melhores para a manutenção de espécies de abelhas e vespas para a região estudada.

Variáveis relacionadas à qualidade e complexidade da matriz já indicaram anteriormente ser preditivas da riqueza de espécies de um habitat (Dauber *et al.* 2003). Algumas espécies como *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell já foram relacionadas com a qualidade do ambiente, ocorrendo apenas em áreas de floresta acima de 4 ha (Teixeira *et al.* 2011).

O modelo GLM\_veg não indicou influência do número de espécies arbóreas ou área basal da floresta na riqueza de espécies; este resultado pode ser devido à redução do número de fragmentos analisados, o que diminui o poder do teste. Estas variáveis da vegetação devem ser melhor exploradas em futuros estudos, pois o local utilizado para a nidificação é importante para a ocorrência de espécies e pode ser refletido nestas variáveis ou em outras como número de árvores mortas ou secas. Dauber *et al.* (2003) identificaram em seu estudo que o tipo de solo é um fator importante para a determinação da riqueza de espécies de abelhas que nidificam neste tipo de substrato. Veddeler (2006) observou também que abelhas foram mais frequentes em ninhos em extrato mais baixo, enquanto vespas se distribuíram uniformemente entre as alturas utilizadas.

### 3.5. Conclusão

Dos oito fatores selecionados (índice de forma do fragmento, área do fragmento, perímetro do fragmento, distância do fragmento mais próximo, área do fragmento mais próximo, número de espécies arbóreas, área basal da vegetação arbórea e tipo fitofisionômico) para medir o efeito das características dos fragmentos florestais de Mata Atlântica sobre a riqueza de Aculeata nidificantes em ninho-armadilha, apenas o tipo fitofisionômico apresentou efeito sobre a riqueza de espécies.

Um maior número de estudos sobre a conectividade dos fragmentos, permeabilidade e constância da matriz circundante aos fragmentos pode revelar melhor a dinâmica das espécies nas regiões estudadas. Devido às espécies responderem diferentemente aos processos de fragmentação, os estudos sobre sua biologia são também essenciais para um melhor entendimento destes efeitos (Bierregaard *et al.* 1997). A avaliação da diversidade do habitat deve ser utilizada para se considerar qual escolha é mais correta entre opções para a conservação das áreas ou fragmentos e uma vez que existam modelos para esta previsão da diversidade, esta comparação entre locais pode ser conduzida com um menor esforço.

O delineamento amostral em conjunto para estudos que contemplem diferentes abordagens dos aspectos da paisagem, guildas ou taxocenoses é essencial para identificar as possíveis variáveis a serem obtidas para a utilização de modelos estatísticos com foco nos efeitos da fragmentação ou quais características do fragmento atuam sobre as comunidades como um todo, favorecendo assim a identificação de variáveis-chaves a serem utilizadas para cada grupo de espécies ou para cada espécie individualmente.

## Discussão Geral

Por meio deste estudo, foi possível caracterizar a fauna de Aculeata que nidifica em ninhos-armadilha e espécies associadas, quanto à composição, diversidade, riqueza, abundância e sazonalidade, em três tipos fitofisionômicos da Mata Atlântica do norte - noroeste Fluminense, além de identificar as características físicas ou biológicas do ambiente que influenciam a distribuição desta guilda, assim como foi possível o estudo sobre a arquitetura dos ninhos de abelhas Megachilidae (Schwartz 2009, Teixeira *et al.* 2011) e vespas Crabronidae (em preparação). Os resultados contribuem, não apenas para o preenchimento da lacuna que existia no conhecimento sobre a ocorrência de espécies, como adiciona informações sobre a resposta biológica das espécies quanto aos padrões sazonais e escolha de substrato para nidificação. Indica que o tipo fitofisionômico exerce influência na riqueza de espécies e que as características do fragmento como forma, idade do fragmento (área basal arbórea), número de espécies arbóreas, e conectividade não influenciam a riqueza de espécies na região estudada.

### A técnica de ninho-armadilha (NA)

A utilização padronizada da técnica de ninhos-armadilha nas diferentes fitofisionomias possibilitou a comparação das comunidades entre as áreas estudadas. Contudo, houve dificuldade na comparação entre outros estudos quanto à riqueza e diversidade devido aos diferentes esforços amostrais e metodologias empregadas, assim como advertiram Williams *et al.* (2001). Uma solução para minimizar estas diferenças amostrais seria o intercâmbio entre grupos de pesquisa para a adoção de um protocolo mínimo para a coleta de dados, com o mesmo tipo de estrutura e substratos para que futuras análises em conjunto, e comparação entre as diferentes localidades sejam feitas de modo mais exato.

A falta de conhecimento sobre biologia e desenvolvimento das espécies (Aguiar & Garófalo 2004, Garófalo 2008) é um dos fatores que dificulta o manejo dos ninhos obtidos pela técnica de ninhos-armadilha no Brasil. Os padrões da guilda ainda não são completamente entendidos e faltam estudos sobre o quanto o manuseio do ninho formado afeta a disposição do ovo ou da larva, em relação ao seu posicionamento na célula do

aprovisionamento larval e o quanto isso pode ser prejudicial para o desenvolvimento, ou ainda, se esta taxa de mortalidade encontrada em estudos com a remoção de ninhos de seu local inicial é natural, ou proveniente de seu manuseio até o laboratório.

A dificuldade na determinação taxonômica também foi um fator observado na literatura, o que dificultou a comparação na distribuição geográfica das espécies a um nível mais fino. Este fato já havia sido levantado por alguns autores que indicam que a velocidade de coleta de espécies e espécimes é incompatível com a velocidade e o número de profissionais especialistas em taxonomia para que seja feita uma identificação ou classificação de todas estas espécies ou espécimes (Brandão *et al.* 2002, Silveira *et al.* 2002, Marinoni *et al.* 2005). Para diminuir estes problemas com identificação, Alves-dos-Santos (2005) sugere a informatização de coleções biológicas com a adoção de programas para identificação visual dos espécimes. Entretanto, esta dificuldade não afetou as comparações entre as áreas estudadas em si, por serem atribuídos o mesmo morfotipo para todas as áreas.

Papel das abelhas que nidificam em ninho-armadilha como potenciais polinizadores de culturas agrícolas e florestais.

Com o recente problema do desaparecimento de colônias de *Apis mellifera* Linnaeus em vários países (Genersch *et al.* 2010) e mais recentemente no sul do Brasil, aliado ao déficit de polinização observado na agricultura mundial (Thomson 2001; Vaissière *et al.* 2010), estudos apontaram a necessidade de conhecimento sobre polinizadores alternativos, com o foco principal nas espécies nativas. Estas espécies devem ser estudadas para que possam ser manejadas em áreas agrícolas, visando à manutenção dos serviços ambientais ameaçados pelas alterações antrópicas nos ecossistemas naturais (Allen-Wardell *et al.* 1998, Imperatriz-Fonseca 2004, Biesmeijer *et al.* 2006).

A guilda estudada, principalmente as abelhas, é um importante grupo de polinizadores tanto para plantas nativas como para espécies de produção agrícola (Tschardtke *et al.* 1998, Imperatriz-Fonseca 2004, Klein *et al.* 2006, Muller *et al.* 2006). Na região de estudo temos o tomate (FESS), maracujá (FEST), eucalipto e caqui (FODM), entre outros, que necessitam de polinizadores (Benevides *et al.* 2009, Deprá *et al.* 2011). Estas espécies que nidificam em cavidades são de grande interesse de estudo devido à possibilidade da obtenção de seus ninhos através da técnica de ninhos-armadilha e ao fato de se ter espécies com manejo já bem definido como *Megachile (Eutricharaea) rotundata* (Fabricius), o

polinizador da alfafa no Canadá, EUA, e outros países (Mader *et al.* 2010). Entretanto, o manejo e criação das demais espécies ainda é incipiente ou inexistente (Kremen 2008), sendo necessário desenvolver estratégias para o estudo do manejo destas espécies no intuito de tanto maximizar a polinização para as áreas agrícolas como para a manutenção das comunidades de abelhas.

Os Centridini, em especial as espécies do gênero *Centris* encontrado no estudo (*C. analis*, *C. tarsata* e *C. terminata*), são mais abundante em FEST e FESS. São consideradas polinizadoras de importantes árvores frutíferas e de valor comercial como: acerola (*Malpighia emarginata*, Malpighiaceae), caju (*Anacardium occidentale*, Anacardiaceae), carambola (*Averrhoa carambola*, Oxalidaceae), maracujá (*Passiflora edulis*, Passifloraceae), murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae), tamarindo (*Tamarindus indica*, Leguminosae) e parapara (*Jacaranda copaia*, Bignoniaceae) (Freitas & Pereira 2004, Garófalo 2004, Garófalo *et al.* 2004, Maués *et al.* 2004, Oliveira & Schlindwein 2009). Espécies como *C. tarsata*, *C. vittata* e *C. analis* são as mais bem estudadas em ninhos-armadilha, apresentando grande potencial para o manejo de polinizadores em áreas cultivadas (Garófalo 2000, Alves-dos-Santos 2003, Freitas & Pereira 2004, Mendes *et al.* 2004, Camillo 2005, Freitas *et al.* 2006, Alonso & Garófalo 2008). Aconselha-se a utilização de ninhos-armadilha do tipo cartolina para a obtenção de matrizes para estudos de manejo, com diâmetros entre seis e oito milímetros para *C. analis* e 10 a 15 mm para *C. tarsata*, assim como também evidenciado por Silva Júnior (2010). Deve-se atentar ainda para a dependência destas espécies por plantas que possuem óleos florais, que são base para alimentação da cria e construção de células (Alves-dos-Santos *et al.* 2007). Indica-se aqui, estudos de carga polínica e do pólen utilizado para alimentação larval para a identificação de plantas chave utilizada por estas espécies (ver Rabelo *et al.* 2009, Dórea *et al.* 2009, 2010, Oliveira 2011).

*Tetrapedia* possui adaptações morfológicas para a coleta de óleos florais, assim como os Centridini, mas são poliléticas quanto à coleta de pólen, sendo responsáveis pela polinização de espécie de diferentes famílias de plantas de valor comercial como: acerola (*Malpighia emarginata*, Malpighiaceae), murici (*Byrsonima* spp., Malpighiaceae), pau santo (*Kielmeyra rosea*, Clusiaceae), maçaranduba (*Manilkara huberi*, Sapotaceae), *Croton* spp. (Euphorbiaceae) e batata doce e espinafre (*Ipomoea* spp., Convolvulaceae), além de diferentes espécies herbáceas (Asteraceae) (Neto *et al.* 2007, Maués 2007). Neste estudo, *Tetrapedia diversipes* foi mais abundante em FESS do que em FODM. Menezes (2011) verificou que esta espécie também ocorre no Estado do Rio de Janeiro em outras florestas ombrófilas; no entanto, a espécie mostra-se mais abundante em áreas de eucalipto abandonado com

regeneração primária. Indica-se de acordo com resultado deste estudo e dos resultados de Menezes (2011), para a captura desta espécie, a utilização de ninhos armadilha de cartolina com seis milímetros de diâmetro.

Megachilidae foi a família de abelha mais presente em FESS, com destaque para nove espécies de *Megachile*. Por visitarem uma grande variedade de plantas de diferentes famílias, são importantes polinizadores, como: a abóbora (*Cucurbita* spp., Cucurbitaceae), melão (*Cucumis melo*, Cucurbitaceae), morango (*Fragaria* spp., Rosaceae), feijão (*Phaseolus* spp., Fabaceae), alecrim (*Rosmarinus* spp., Lamiaceae), manjerição (*Ocimum* spp., Lamiaceae), orégano (*Origanum* spp., Lamiaceae), soja (*Glycine* spp., Fabaceae), e castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) (Garófalo 2004, Garófalo *et al.* 2004, Imperatriz-Fonseca & Dias 2004, Raw 2004). Para o estudo e tentativa de manejo para estas espécies é recomendado, de acordo com os resultados deste estudo, que o tipo de substrato a ser utilizado seja dependente da espécie alvo a ser estudada. *M. (Ptilosarus)* sp. (com seis milímetros de diâmetro), por exemplo, foi mais frequente em cartolina, enquanto que *M. (Moureapis) benigna* (10 a 18 mm), *M. (Melanosarus) nigripennis* (10 a 12 mm) e espécies de *M. (Chryosarus)* (10 a 15 mm) foram mais frequentes em bambu.

Apesar do número de ninhos de *Euglossa* obtidos neste estudo ser baixo, várias espécies estão presentes nas áreas de estudo (FEST = 10 espécies, FESS = 11, FODM = 13; Aguiar & Gaglianone 2010). São indicadas como polinizadoras de culturas agrícolas como o tomate (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae), maracujá (*Passiflora edulis*, Passifloraceae), pitanga (*Eugenia uniflora*, Myrtaceae), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), além do parapara (*Jacaranda copaia*, Bignoniaceae), e de diversas espécies de orquídeas (Orchidaceae) (Garófalo 2004, Garófalo *et al.* 2004, Imperatriz-Fonseca & Dias 2004, Maués *et al.* 2004). Áreas estudadas neste trabalho na região de FESS contam com muitas plantações de tomate, e FEST com plantações de maracujá, que poderiam se beneficiar com a presença de ninhos manejados destas espécies.

Neste estudo, não foi obtido nenhum ninho de *Xylocopa*, entretanto foi constante a observação de indivíduos deste gênero tanto em FESS em plantações de tomate, quanto em FEST em plantações de maracujá (observação pessoal). Devido a seu grande porte, *Xylocopa* tem grande papel na polinização de plantas nativas e cultivadas como, por exemplo: araçá (*Psidium* spp., Myrtaceae), maracujá (*Passiflora edulis*, *Passiflora alata* e *Passiflora cincinnata*, Passifloraceae), nêspera (*Eryobotrya japônica*, Rosaceae), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) e crotalária (*Crotalaria juncea*, Leguminosae)

(Garófalo 2004, Garófalo *et al.* 2004, Imperatriz-Fonseca & Dias 2004, Maués *et al.* 2004, Gaglianone & Hoffmann 2006, Melo *et al.* 2006, Bernardino & Gaglianone 2008, Chaves-Alves 2009, Junqueira & Augusto 2009). Ninhos racionais são indicados para o manejo das espécies (Oliveira Filho & Freitas 2003), Bernardino (2008) indica ainda a utilização de troncos de madeira seca e macia, com circunferência mínima de 20 x 35 cm como substrato para *X. ordinaria* e para *X. frontalis*, além de colmos de bambu de no mínimo 13 cm de comprimento, diâmetro entre 1,4 a 2,4 cm, com espessura da parede de no mínimo 0,4 cm.

São necessários ainda estudos de valoração econômica dos serviços ambientais propiciados por estas espécies de abelha. A apresentação dos valores monetários equivalentes a este serviço de polinização, quando relacionados ao aumento da produtividade das plantações ou qualidade dos frutos (ver Greenleaf & Kremen 2006, Pereira Vieira *et al.* 2010) pode abrir espaço junto a pequenos e grandes proprietários para a adoção de metodologias para manejo das áreas agrícolas, assim como auxílio a pesquisas para o manejo de espécies de abelhas.

#### Considerações finais

A utilização de diferentes tipos de ninhos-armadilha (bambu e cartolina) possibilitou a coleta de uma maior diversidade de espécies, evidenciando a importância de se utilizar mais de um tipo de armadilha. A diversidade de espécies de abelhas e vespas encontradas nas três fitofisionomias, apresentada nesta tese demonstra ser similar entre as áreas, mas, possui variação em sua composição de acordo com o tipo fitofisionômico, sendo as áreas estacionais mais similares entre si, sendo os Megachilidae a família que as diferencia. A guilda possui potencial para o manejo agrícola de algumas espécies; entretanto, há ainda a necessidade de estudos complementares com associação com recursos florais, através inclusive da confecção de uma palinoteca para tipos polínicos da região estudada, fidelidade de micro-habitat e modelagem para a instauração deste manejo. Análise dos tipos polínicos em ninhos coletados próximos a plantações pode estimar a efetividade de visitas das espécies sob a plantação, avaliando assim as espécies de plantas visitadas e sobreposição de nichos entre as abelhas.

A riqueza de espécies demonstra sofrer ação positiva em relação à fragmentação do habitat, entretanto, as análises realizadas através do modelo linear generalizado não identificaram nenhum fator que influencia fortemente a distribuição da riqueza embora o tipo fitofisionômico tenha demonstrado pequena influência nesta riqueza, podendo assim, esta distribuição ser influenciada por outros fatores não avaliados nesta tese. É de extrema

importância para projetos que envolvam diferentes equipes um delineamento inicial em conjunto, para identificar as possíveis variáveis a serem obtidas para a utilização de modelos estatísticos com foco no efeito da fragmentação sobre as comunidades como um todo.

Estudos devem ter o foco nos temas citados acima, para um melhor entendimento de qual o melhor modelo de estações amostrais e qual o tipo de ninho-armadilha utilizar para cada uma das espécies alvo, e como estas se desenvolvem. Somente assim será possível conservar com efetividade estas espécies. Além disso, estas informações permitirão seu manejo com maior praticidade propiciando sua utilização em larga escala com aplicação direta na agricultura e preservação das áreas florestais nas imediações das culturas. Para que isso possa ser realizado, é essencial a sensibilização da comunidade agrícola, principalmente com ênfase na valoração econômica dos serviços ambientais oferecidos pelas abelhas, assim como a inserção de práticas alternativas de manejo das áreas do entorno da plantação com a manutenção de plantas herbáceas e arbustivas que sirvam de pasto apícola e até mesmo dentro da plantação com medidas educativas, indicando o melhor horário para a aplicação de defensivos agrícola. Medidas como as sugeridas pretendem contribuir futuramente para um manejo das espécies de abelhas solitárias.

## Referências

- ÁCS, Z.; CHALLIS, R.J.; BIHARI, P.; BLAXTER, M.; HAYWARD, A.; MELIKA, G.; CSÓKA, G.; PÉNZES, Z.; PUJADE-VILLAR, J.; NIEVES-ALDREY, J-L; SCHÖNROGGE, K.; STONE, G.N. Phylogeny and DNA barcoding of inquiline oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae) of the Western Palaeartic. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 55: 210–225.
- AGUIAR, A.J.C.; MARTINS, C.F. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira Zoologia**, 19: 101-116.
- AGUIAR, C.M.L. 2002. **Ecologia e comportamento de nidificação de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de caatinga e floresta estacionária semi-decídua (Bahia, Brasil), com ênfase em espécies do gênero *Centris* Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini)**. Tese de doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, Ribeirão Preto. 171p.
- 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.
- AGUIAR, C.M.L.; GAROFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(2): 323–330.
- AGUIAR, W.M.; GAGLIANONE, M.C. 2008. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, 52(2): 277-282.
- AGUIAR, W.M.; GAGLIANONE, M.C. 2010. Efeito da fragmentação florestal sobre a comunidade de abelhas Euglossina no Estado do Rio de Janeiro, p 232. *In: Anais do IX Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. 28 a 31 de julho de 2010, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A. BUCHMANN, S.; CANE, J.; COX, P.A.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INGRAM, M.; INOUE, D.; JONES, C.E.; KENNEDY, K. ; KEVAN, P.; KOOPOWITZ, H.; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; GARY, P.N.; PAVLIK, B.; TEPEDINO, V.; TORCHIO, P.; WALKER, S. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, 12: 8-17.
- ALONSO, J.D.S. 2008. **Efeitos da variação no comprimento dos ninhos-armadilha na**

- biologia de nidificação de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae: Centridini)**. Dissertação de mestrado em Entomologia. USP, Ribeirão Preto, SP. 108p.
- ALONSO, J.D.S.; GARÓFALO, C.A. 2008. Utilização de ninhos-armadilha de diferentes comprimentos por fêmeas de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae: Centridini). p. 87-94. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- 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. 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. 2004. Biologia de nidificação de *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(4): 739-744.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 2005. A importância de coleções de abelhas e dos *checklists* para a iniciativa internacional de polinizadores. **Nota Técnica**, (versão 03/06/05): 21p. Disponível em: <http://www.cria.org.br/cgee/col/> (Acesso em: 15 de janeiro de 2010).
- 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.; NAXARA, S.R.C.; PATRÍCIO, E.F.L.R.A. 2006. Notes on the morphology of *Tetrapedia diversipes* Klug 1810 (Tetrapediini, Apidae), an oil-collecting bee. **Brazilian Journal of morphological Science**, 23(3-4): 425-430.
- ARAÚJO, M.S.; GONZAGA, M.O. 2007. Individual specialization in the hunting wasp *Trypoxylon (Trypargilum) albonigrum* (Hymenoptera, Crabronidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 61: 1855–1863.
- ARCHANJO, K.M.P.A., DAN, M.L.; NASCIMENTO, M.T. 2009. Composição florística de fragmentos florestais da Microbacia Brejo da Cobiça, São Francisco do Itabapoana, RJ. 4p. *In: Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia*, 10 a 13 de setembro de 2009, São Lourenço – MG.
- ASSIS, J.M.F.; CAMILLO, E. 1997. Diversidade, sazonalidade e aspectos biológicos de vespas solitárias (Hymenoptera, Sphecidae, Vespidae) em ninhos armadilhas na região de Ituiutaba, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26(2): 335-347.
- AUGUSTO, S.C.; GARRÓFALO, C.A. 2004 Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux**, 51(2004) 400–409.
- AUGUSTO, S.C.; GARÓFALO, C.A. 2009. Bionomics and sociological aspects of *Euglossa (Euglossa) fimbriata* (Apidae, Euglossini). **Genetics and Molecular Research**, 8(2): 525-538.

- BATRA, S.W. 1984. Solitary bees. **Scientific America**, 250: 86-93.
- BARTON, K. 2011. **MuMIn: Multi-model inference**. R package version 0.12.2/r18. <http://R-Forge.R-project.org/projects/mumin>.
- BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B. 2011. **lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes**. R package version 0.999375-42. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.
- BENEVIDES, C.R.; GAGLIANONE, M.C.; HOFFMANN, M. 2009. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53(3): 415-421.
- BERNARDINO, A.S. 2008. **Biologia de nidificação e estratégias de manejo de *Xylocopa ordinaria* e *Xylocopa frontalis* (Hymenoptera: Apidae) no norte do Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 86p.
- BERNARDINO, A.S.; GAGLIANONE, M.C. 2008. Nest distribution and nesting habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) in a restinga area in the northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 52: 434-440.
- BERTON, L.; CASTANHO, M.J. DE P.; BUSCHINI, M.L.T. 2009. Lógica fuzzy na sobrevivência de *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* (Hymenoptera). **Ambiência**, 5(3): 419 - 431.
- BIERREGAARD, JR. R.O.; LAURANCE, W.F.; SITES JR., J.W.; LYNAM, A.J.; DIDHAM, R.K.; ANDERSEN, M.; GASCON, C.; TOCHER, M.D.; SMITH, A.P.; VIANA, V.M.; LOVEJOY, T.E.; SIEVING, K.E.; KRAMER, E.A.; RESTREPO, C.; MORITZ, C. 1997. Key priorities for the study of fragmented tropical ecosystems. p. 515-525. In: Laurance, W.F. & Bierregaard Jr., R.O. (Eds.), **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. University of Chicago Press, Chicago.
- BIESMEIJER, J.C.; ROBERTS, S.P.M.; REEMER, M.; OHLEMÜLLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A.P.; POTTS, S.G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C.D.; SETTELE, J.; KUNIN, W.E. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. **Science**, 313(5785): 351-354.
- BORBA, N.A.; BUSCHINI, M.L.T. 2005. Aranhas (Araneae) capturadas por *Trypoxylon (Trypargilum) opacum* e *Trypoxylon* sp. (Hymenoptera, Crabronidae) no parque municipal das Araucárias/ Guarapuava/PR - resumo 14a. p. s/n. In: **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu, MG, Brasil. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/listaresumo.html> (Acesso em: 15 de janeiro de 2010).
- BOOTH, G.D., NICCOLUCCI, M.J.; SCHUSTER, E.G. 1994. **Identifying proxy sets in multiple linear regression: an aid to better coefficient interpretation**. Research paper INT-470. United States Department of Agriculture, Forest Service, Ogden, USA.

- BRANDÃO, C.R.; AGUIAR, A.P.; AMARANTE, S.T.P. 2002. O acervo de Hymenoptera em coleções brasileiras: diagnóstico, importância e avaliação. **Monografias Terceiro Milênio**, 2: 85–99.
- BROCKMANN, H.J.; GRAFEN, A. 1992. Sex ratios and life-history patterns of a solitary wasp, *Trypoxylon (Trypargilum) politum* (Hymenoptera: Sphecidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 30: 7-27.
- BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. 2002. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. Springer-Verlag, New York, USA.
- BUDRYS, E.; BUDRIENĖ, A.; NEVRONYTĖ, Z. 2010. Dependence of brood cell length on nesting cavity width in xylicolous solitary wasps of genera *Ancistrocerus* and *Symmorphus* (Hymenoptera: Vespidae). **Acta Zoologica Lituanica**, 20(1): 68-76.
- BUSCHINI, M.L.T.; WOLFF, T.D. 2004. Biologia de *Trypoxylon (Trypargilum) opacum* (Hymenoptera, Crabronidae) no Parque Municipal das Araucárias, Guarapuava. p. 148-149. *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- BUSCHINI, M.L.T. 2005. Diversidade e estrutura da comunidade de abelhas que nidificam em ninhos armadilhas no sul do Brasil. p. s/n. *In: Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu, MG, Brasil. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/listaresumo.html> (Acesso em: 15 de janeiro de 2010).
- BUSCHINI, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. **Apidologie**, 37: 58-66.
- BUSCHINI, M.L.T.; WOLFF, T.D. 2006a. Notes on the biology of *Trypoxylon (Trypargilum) opacum* Brèthes (Hymenoptera; Crabronidae) in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 66(3): 907-917.
- BUSCHINI, M.L.T.; WOLFF, T.D. 2006b. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Brazilian Journal of Biology**, 66(4): 1091-1101.
- BUSCHINI, M.L.T.; WOISKI, T.D. 2006. Biology of the solitary wasp *Isodontia costipennis* Spinola 1851 (Hymenoptera: Sphecidae) in trap-nests in southern Brazil. **Tropical Zoology**, 19(2): 175-184.
- BUSCHINI, M.L.T.; NIESING, F.; WOLFF, L.L. 2006. Nesting biology of *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure (Hymenoptera, Crabronidae) in trap-nests in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 66(3): 919-929.
- BUSCHINI, M.L.T. 2007. Life-history and sex allocation in *Trypoxylon (syn. Trypargilum) lactitarse* (Hymenoptera; Crabronidae). **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, 45(3): 206–213.
- BUSCHINI, M.L.T., LUZ, V.; BASÍLIO, S. 2007. Comparative aspects of the biology of five Auplopus species (Hymenoptera; Pompilidae; Pepsinae) from Brazil. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, 45(4): 285-387.

- BUSCHINI, M.L.T.; WOISKI, T.D. 2008. Alpha-beta diversity in trap-nesting wasps (Hymenoptera: Aculeata) in Southern Brazil. **Acta Zoologica (Stockholm)**, 89: 351-358.
- BUSCHINI, M.L.T.; BORBA, N.A.; BRESCOVIT, A.D. 2008a. Patterns of prey selection of *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure (Hymenoptera: Crabronidae) in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 68(3): 519-528.
- BUSCHINI, M.L.T.; RIGON, J.; CORDEIRO, J.; DINIZ, M.E.R. 2008b. O Uso de Ninhos-Armadilha em Estudos Realizados no Parque Municipal das Araucárias, Guarapuava (PR). p. 198-207. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- BUSCHINI, M.L.T.; BERGAMASCHI, A.C.B. 2009. Strongly female-biased sex allocation in a trivoltine population of *Trypoxylon (Trypargilum) opacum* Brèthes (Hymenoptera, Crabronidae). **Acta Zoologica (Stockholm)**, xx: 00-00; doi: 10.1111/j.1463-6395.2009.00430.x
- BUSCHINI, M.L.T.; FAJARDO, S. 2009. Biology of the solitary wasp *Trypoxylon (Trypargilum) agamemnon* Richards 1934 (Hymenoptera: Crabronidae) in trapnests. **Acta Zoologica (Stockholm)**, Online: Aug 31 2009, DOI: 10.1111/j.1463-6395.2009.00429.x
- BUSCHINI, M.L.T.; RIGON, J.; CORDEIRO, J. 2009. Plants used by *Megachile (Moureapis)* sp. (Hymenoptera: Megachilidae) in the provisioning of their nests. **Brazilian Journal of Biology**, 69 (4): 1187-1194.
- BUSCHINI, M.L.T.; CALDAS, T.R.; BORBA, N.A.; BRESCOVIT, A.D. 2010 - Spiders used as prey by the hunting wasp *Trypoxylon (Trypargilum) agamemnon* Richards (Hymenoptera: Crabronidae). **Zoological Studies**, 49(2): 169-175.
- BUYS, S.C.; MORATO, E.F.; GARÓFALO, C.A. 2004 Description of the immature instars of three species of Podium Fabricius (Hymenoptera, Sphecidae) from Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(1): 73-77.
- CALDANO, L.T.P.; SERRANO, J.P.; GARÓFALO, C.A. 2008. Parasitismo por *Physocephala* (Diptera: Conopidae): um importante fator de mortalidade para fêmeas e machos de *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae). p. 696. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- CAMARGO, J.M.F.; MAZUCATO, M. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto. **Dusenía**, 14(2): 55-87.
- CAMAROTTI-DE-LIMA, M.F.; MARTINS, C.F. 2005. Biologia de nidificação e aspectos ecológicos de *Anthodioctes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilidae, Anthidiini) em área de tabuleiro nordestino, PB. **Neotropical Entomology**, 34(3): 375-380.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A.; SERRANO, J.C.; MUCCILLO, G.. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 39(2): 459-470.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A.; SERRANO, J.C. 1997. Biologia de *Monobia angulosa*

- Saussure em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae). *In: Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26(1): 169-175.
- CAMILLO, E.; BRESOVIT, A.D. 1999a. Aspectos biológicos de *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure e *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae) em ninhos-armadilhas, com especial referência à suas presas. **Anais da Sociedade Entomológica Brasil**, 28(2): 251-262.
- CAMILLO, E.; BRESOVIT, A.D. 1999b. Spiders (Araneae) captured by *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* (Hymenoptera: Sphecidae) in southeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 47(1-2): 151-162.
- CAMILLO, E. 2000. Biologia de *Tetrapedia curvitaris* em ninhos armadilha (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). p. 103-110. *In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- CAMILLO, E.; BRESOVIT, A.D. 2000. Spider prey (Araneae) of *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* (Hymenoptera: Sphecidae) in southeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 48(2-3): 647-656.
- CAMILLO, E. 2005. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Revista de Biología Tropical**, San José, 53(1-2): 175-186.
- CAMPOS, L.A.O. 2000. Uso de ninhos armadilhas no estudo da biologia de vespas e abelhas que nidificam em orifício preexistentes e seus associados. p. 118-120. *In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- CANE, J.H. 2001. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, 5(1): 3. Disponível em: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3/>
- CARDOSO, C.F; SILVEIRA, F.A. 2003. Ecologia de nidificação de espécies de *Megachile* (Hymenoptera, Apoidea) em ninhos-armadilha na Estação Ambiental de Peti (MG). p. 69-71. *In: Anais de Trabalhos Completos VI Congresso de Ecologia do Brasil*.
- CARPENTER, J.M. 1982. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, 7: 11-38.
- CARPENTER, J.M. GARCETE-BARRETT, B.R. 2002. A key to the neotropical genera of Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae). **Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay**, 14(1-2): 52 – 73.
- CHAVES-ALVES, T.M. 2009. **Nidificação de *Xylocopa* sp. (Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha em áreas de cerrado do Triângulo Mineiro**. Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 48p.
- COLLINGE, S.K.; PALMER, T.M. 2002. The influences of patch shape and boundary contrast on insect response to fragmentation in California grasslands. **Landscape Ecology**, 17(7): 647-656.
- COLWELL, R.K. 2009. **EstimateS 8.2 User's Guide**. Disponível em: <http://purl.oclc.org/estimates> ou <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

- COLWELL, R.K.; LEES, D.C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. **TREE**, 15(2): 70-76.
- COLWELL, R.K.; RAHBEK, C.; GOTELLI, N.J. The Mid-Domain Effect and Species Richness Patterns: What Have We Learned So Far? **The American Naturalist**, 163(3): E-E23.
- CORTOPASSI-LAURINO, M; ZILLIKENS, A.; STEINER, J. 2009. Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. **Genetics and Molecular Research**, 8(2): 546-556.
- COSTA, I.L.; LACERDA, L.M.; DRUMMOND, M.S. 2004. Efeitos antrópicos sobre vespas e abelhas solitárias no município de Barreirinhas. p. 140. *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- COSTA, J.P. de O.; LINO, C.F.; ALBUQUERQUE, J.L. (Eds.). 1999. **Mata Atlântica - ciência, conservação e política - workshop científico sobre a mata atlântica**. São Paulo. Série Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 36p.
- COSTA LIMA, A. da. 1962a. **Insetos do Brasil**. 11o Tomo. Capítulo 30. Hymenópteros 1a Parte. Série Didáctica 13. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, Brasil. 368p.
- COSTA LIMA, A. da. 1962b. **Insetos do Brasil**. 12o Tomo. Capítulo 30. Hymenópteros 2a Parte. Série Didáctica 13. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, Brasil. 393p.
- COSTA, S.G.; MENEZES, A.S.; MORATO, E.F. 2007. Efeitos da sucessão florestal sobre a nidificação de *Megachile (Chrysosarus) ruficornis* Smith (Hymenoptera, Megachilidae) e seus organismos associados. p. s/n. *In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*.
- COUTO, R.M. 2008. **Comportamento de fêmeas de *Centris (Heterocentris) analis* quando parasitadas (Hymenoptera: Apidae: Centridini) quando parasitadas por *Phyocephala* sp. (Diptera: Conopidae)**. Tese de doutorado em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 90p.
- COUTO, R.M; CAMILLO, E. 2007. Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de *Centris (Heterocentris) analis*. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, 97(1): 51-55.
- COVILLE, R.E.; GRISWOLD, C. 1984. Biology of *Trypoxylon (Trypargilum) superbum* (Hymenoptera: Sphecidae), a Spider-Hunting Wasp with Extended Guarding of the Brood by Males. **Journal of the Kansas Entomological Society**, 57(3): 365-376.
- DAN, Maurício Lima. 2009. **Estrutura e relações florísticas da comunidade arbórea de fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do Rio São Domingos, São José De Ubá, Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 87p.
- DAN, M.L.; BRAGA, J.M.A.; NASCIMENTO, M.T. 2010. Estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, 61(4): 749-766.

- DANKS, H.V. 1971. Nest Mortality Factors in Stem-Nesting Aculeate Hymenoptera. **Journal of Animal Ecology**, 40(1): 79-82.
- DAUBER, J.; HIRSCH, M.; SIMMERING, D.; WALDHARDT, R.; OTTE, A.; WOLTERS, V. 2003. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 98: 321–329.
- DEPRÁ, M.S.; DELAQUA, G.C.G., GAGLIANONE, M.C. 2011. Influência da cobertura florestal sobre a riqueza e frequência de abelhas polinizadoras do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em áreas de plantio no município de São José de Ubá, RJ. **Cadernos de Agroecologia**, 6(2): 6p.
- DEPRÁ, M.S. 2010. **Guilda de abelhas e vespas (Hymenoptera, Insecta) que nidificam em ninhos-armadilha na Reserva Biológica União, RJ**. Trabalho de conclusão de curso em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 41p.
- DIAMOND, J.M. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. **Science**, 193:1027-1029.
- DIDHAM, R.K.; GHAZOUL, J.; STORK, N.E.; DAVIS, A.J. 1996. Insects in fragmented forest: a functional approach. **Trends in Ecology & Evolution**, 11(6): 255-259.
- DIDHAM, R. K.; HAMMOND, P.M.; LAWTON, J.H.; EGGLETON, P.; STORK, N.E. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. **Ecological Monographs**, 68(3): 295-323.
- DINIZ, M.E.R.; BUSCHINI, M.L.T. 2009. Biologia de nidificação de *Rhynchocolletes* sp. (Hymenoptera; Apoidea; Colletidae; Colletinae). p. s/n. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**.
- DÓREA, M.C.; SANTOS, F.A.R.; LIMA, L.C.L.; FIGUEROA, L.E.R. 2009. Análise polínica do resíduo pós-eclosão de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, 38: 197-202.
- DÓREA, M.C.; AGUIAR, C.M.L.; FIGUEROA, L.E.R.; LIMA, L.C.L.; SANTOS, F.A.R. 2010. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of Caatinga vegetation from Brazil. **Oecologia Australis**, 14(1): 232-237.
- DRUMMONT, P.; SILVA, F.O.; VIANA, B.F. 2008. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica secundária, Salvador, BA. **Neotropical Entomology**, 37 (3): 239-246.
- ESRI. 2004. *ArcGIS*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- EVANS, H.E. 1966. The behavior patterns of solitary wasps. **Annual Reviews of Entomology**, 11: 123-154.
- EVANS, H.E.; EBERHARD, M.J.W. 1970. **The wasps**. Ann Arbor, The University of Michigan Press, 265p.
- FAJARDO, S.; BUSCHINI, M.L.T. 2008. Aspectos biológicos e sazonalidade de *Trypoxylon (Trypargilum) agamemnon* RICHARDS 1934 (Hymenoptera: Crabronidae) em ninhos

- armadilha no Parque Municipal das Araucárias, Guarapuava – PR. **Unicentro - Revista Eletrônica Lato Sensu**, 4(2008): 19p.
- FERREIRA, R.P.; MARTINS, C.F. 2008. A Orientação e o Sombreamento dos Ninhos-Armadilha Influenciam as Taxas de Captura? . p. 186-191. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- FERREIRA, A.G.; ZANELLA, F.C.V. 2003. Dinâmica de Fundação de Ninhos por Abelhas e Vespas Solitárias em Ninhos-Armadilha no Semi-Árido Paraibano (Hymenoptera). p. 97. *In: Anais do XI Encontro de Iniciação Científica da UFPB*.
- FISHER, B.L. 2005. A model for Global Inventory of Ants: a Case study of Madagascar. Reprinted from the **Proceedings of the California Academy of Sciences**, 56, Supplement I, (8): 86–97.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL de PESQUISAS ESPACIAIS. 2009. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica no período de 2005-2008**. Relatório parcial, São Paulo. 156p.
- GAGLIANONE, M.C.; HOFFMANN, M. 2006. Polinizadores do maracujá-amarelo no Norte-Fluminense. p. 475-480. *In: Anais do VII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. CD-ROM.
- GARCIA, M.V.B. 1993. **Biologia de *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae) e atividade de nidificação de *Trypoxylon (Trypargilum) sp.* na Amazônia Central**. Dissertação de mestrado. INPA/UFAM. 105p.
- GARCIA, M.V.B.; ADIS, J. 1993. On The Biology of *Penepodium goryanum* (Lepeletier) In Wooden Trap-Nests (Hymenoptera, Sphecidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, 95(4): 547-553.
- GARCIA, M.V.B.; ADIS, J. 1995. Comportamento de nidificação de *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* KOHL (Hymenoptera, Sphecidae) em uma floresta inundável de várzea na Amazônia Central. **Amazoniana - limnologia et oecologia regionalis systemae fluminis amazonas**, 13(3/4): 259-282.
- 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.; CAMILLO, E.; SERRANO; J.C.; REBÊLO, J.M.M. 1993. Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 53: 177–187.
- GARÓFALO, C.A., CAMILLO, E.; AUGUSTO, S.C.; JESUS, B.M.V.; SERRANO, J.C. 1998. Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira Zoologia**, 15: 589-596.
- GARÓFALO, C.A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. p. 121-128. *In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

- GARÓFALO, C.A. 2004. Diversidade e abundância de abelhas solitárias: viabilidade e utilização como polinizadores na agricultura. p. 36-53. *In: Resúmenes del II Encuentro Colombiano Sobre Abejas Silvestres*. Bogotá, Colômbia.
- GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. 2004. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. p. 77-84. *In: B.M. Freitas; J.O.P. Pereira (eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Imprensa Universitária. Fortaleza, CE, Brasil.
- GARÓFALO, C.A. 2008. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nidificando em ninhos-armadilha na estação ecológica dos Caetetus, Gália, SP. p. 208-217. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- GATHMANN, A., GREILER, H.J.; TSCHARNTKE, T. 1994. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: Succession and body size, management by cutting and sowing. *Oecologia*, 98: 8-14.
- GAULD, I.D. 1987. Some factors affecting the composition of tropical ichneumonid faunas. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30: 299-312.
- GAZOLA, A.I.; GARÓFALO, C.A. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera, Chalcidoidea, Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Journal of The Kansas Entomological Society*, 76: 131-142.
- GAZOLA, A.I.; GARÓFALO, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 8: 607-622.
- GENERSCH, E.; EVANS, J.D.; FRIES, I. 2010. Honey bee disease overview. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, Supplement I: S2-S4.
- GODINHO, M.R.C.; DRUMMOND, M.S. 2004. Estudos comparativos de *Centris tarsata* baseados na morfometria dos indivíduos e na distribuição espacial dos ninhos. p. 139. *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- GONÇALVES, A.F.; ZANELLA, F.C.V. 2003. Ciclos de nidificação de abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades preexistentes no semi-árido paraibano. p. 322. *In: Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*. Fortaleza, CE, Brasil.
- GONÇALVES, L.; BUSCHINI, M.L.T. 2009. Biologia de nidificação de *Megachile (Moureapis)* sp. (Hymenoptera: Megachilidae) em ninhos - armadilhas no Parque Municipal das Araucárias, Guarapuava - PR. p. s/n. *In: Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*.
- GONZAGA, M.O.; VASCONCELLOS-NETO, J. 2005. Orb-web spiders (Araneae: Araneomorphae; Orbiculariae) captured by hunting-wasps (Hymenoptera: Sphecidae) in an area of Atlantic Forest in south-eastern Brazil. *Journal of Natural History*, 39(31): 2913-2933.
- GONZAGA, M.O.; VASCONCELLOS-NETO, J. 2006. Nesting characteristics and spiders (Arachnidae: Araneae) captured by *Auplopus argutus* (Hymenoptera: Pompilidae) in an

- area of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Entomological News**, 117(3): 281-287.
- GOULET, H.; HUBERT, J.T. 1993. **Hymenoptera of the World: an identification guide to families**. 668p.
- GREENLEAF, S.S.; KREMEN, C. 2006. Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. **PNAS**, 103(37): 13890-13895.
- GUIBAN, A. ZIMMERMANN, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, 135: 147-186.
- GUIBAN, A. EDWARDS Jr, T.C.; HASTIE, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. **Ecological Modelling**, 157: 89-100.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, 4(1): art. 4: 9p. 178kb. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- HANSON, P.E.; GAULD, I.D. 1995. **The Hymenoptera of Costa Rica**. The Natural History Museum, London. Oxford University Press. 893p.
- HAWKINS, B.A.; SHAW, M.R.; ASKEW, R.R.. 1992. Relations among assemblage size, host specialization, and climatic variability in North American parasitoid communities. **American Naturalist**, 139: 58-79.
- HEBERT, P.D.N.; CYWINSKA, A.; BALL, S.L.; DEWAARD, J.R. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceeding of the Royal Society of London**, 270: 313-321.
- HERMES, M.G.; KÖHLER, A. 2004. Chave ilustrada para as espécies de Vespidae (Insecta, Hymenoptera) ocorrentes no cinturão verde de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, 16(2): 65-115.
- HICKERSON, M.J.; MEYER, C.P.; MORITZ, C. 2006. DNA Barcoding Will Often Fail to Discover New Animal Species over Broad Parameter Space. **Systematic Biology**, 55(5): 729-739.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2004. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. 10p. Disponível em: [http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos\\_ecossistema.htm](http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos_ecossistema.htm) (Acesso em: 07 set. 2010).
- JESUS, B.M.V.; GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, 31: 503-515.
- JUNQUEIRA, C.N.; AUGUSTO, S.C. 2009 Ocupação de ninhos-armadilha por abelhas do gênero *Xylocopa* (Apidae, Xylocopini). 9p. In: **Anais do IX Encontro Interno & XXIII Seminário de Iniciação Científica**, Universidade Federal de Uberlândia.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUZA, L.M.I. 1998. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, 12(32): 65-70.

- KAMKE, R.; ZILLIKENS, A; STEINER, J. 2004. Impacto do cleptoparasita *Hoplostelis bilineolata* sobre seu hospedeiro, *Euglossa stellfeldi*. p.156. In: **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia**. Brasília, DF, Brasil.
- KAMKE, R.; ZILLIKENS, A; HEINLE, S.; STEINER, J. 2008a. Natural enemies and life cycle of the orchid bee *Eufriesea smaragdina* (Hymenoptera: Apidae) reared from trap nests. **Journal of The Kansas Entomological Society**, 81(2): 101-109.
- KAMKE, R.; ZILLIKENS, A; HEINLE, S.; STEINER, J. 2008b. New cleptoparasites and Life history data from two Species of *Eufriesea*. p. 600. In: **Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, 5(2): 173-185.
- KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds). 2002. **Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, 313p.
- KEVAN, P.G.; PHILLIPS, T.P. 2001. The economics impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**, 5(1): art.8.
- KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society B.**, 274(1608): 303-13.
- KLEIN, A.-M.; VAISSIERE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. 2006. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society B**, 2006: 1-10.
- KLEIN, A.-M.; STEFFAN-DEWENTER, I; TSCHARNTKE, T. 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, 40: 837–845.
- KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, A.; BATÁRY, P.; BÁLDI, A. 2011. Local and landscape effects on bee communities of Hungarian winter cereal fields. **Agricultural and Forest Entomology**, 13: 59-66.
- KRAUSS, J.; ALFERT, T.; STEFFAN-DEWENTER, I. 2009. Habitat area but not habitat age determines wild bee richness in limestone quarries. **Journal of Applied Ecology**, 46: 194–202.
- KREMEN, C. 2008. Chapter 2: Crop pollination services from wild bees. p. 10-26. In: JAMES, R.R.; PITTS-SINGER, T.L. (Eds.). **Bee pollination in agricultural ecosystems**. Oxford University Press, Inc. 229p.
- KREMEN, C ; WILLIAMS, N.M.; BUGG, R.L.;FAY, J.P.; THORP, R.W. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology Letters**, 7(11): 1109–1119.
- KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural

- areas monitoring. **Ecological Applications**, 2(2): 203-217.
- KROMBEIN, K.V. 1967. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates**. Smithsonian Press, Washington, D.C. 576p.
- KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. 2008. Uso de Diferentes Métodos para Amostragem da Fauna de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um Estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, 37(3): 265-278.
- LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. 1991. Predicting the Impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, 55: 77-92.
- LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L.; LOVEJOY, T.E. 2000. Forest loss and fragmentation in the Amazon: implications for wildlife Conservation. **Oryx**, 34(1): 39-45.
- LAURANCE, W.F.; NASCIMENTO, H.E.M.; LAURANCE, S.G.; ANDRADE, A.; EWERS, R.M.; LUIZÃO, R.C.C; RIBEIRO, J.E. 2007. Habitat Fragmentation, Variable Edge Effects, and the Landscape-Divergence Hypothesis. **PLoS ONE**, 2(10): e1017.
- LAWTON, J.H.; BIGNELL, D.E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G.F.; EGGLETON, P.; HAMMOND, P.M.; HODDA, M.; HOLT, R.D.; LARSEN, T.B.; MAWDSLEY, N.A.; STORK, N.E.; SRIVASTAVA, D.S.; WATT, A.D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, 391: 72-76.
- LINSLEY, E.G. 1958. The ecology of solitary bees. **Hilgardia**, 27: 543-599.
- LOYOLA, R.D. 2005. **Efeitos da área e estrutura de habitat sobre a riqueza e nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata)**. Dissertação Mestrado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre. UFMG. 88p.
- LOYOLA, R.D.; MARTINS, R.P. 2006. Trap-Nest Occupation by Solitary Wasps and Bees (Hymenoptera: Aculeata) in a Forest Urban Remnant. **Neotropical Entomology**, 35(1): 041-048.
- LOYOLA, R.D.; MARTINS, R.P. 2008. On a habitat structure components are effective predictors of trap-nesting Hymenoptera diversity. **Basic and Applied Ecology**, 9: 735-742.
- LOYOLA, R.D.; MARTINS, R.P. 2009. On a habitat structure-based approach to evaluating species occurrence: cavity-nesting Hymenoptera in a secondary tropical forest remnant. **Journal of Insect Conservation**, 13:125–129.
- LUCIO, A.P.; ANTONINI, Y.; MARTINS, R.P.; LANZA, R.A. 2004. A matriz de paisagem e a comunidade de abelhas e vespas no Parque Estadual do Rio Doce e entorno, MG. p. 158. *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. 1967. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton: Princeton University Press.
- MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; MARTINS, C.F. 2006. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de ninhos-armadilha em áreas de manguezal e restinga na área

- de proteção ambiental da barra do rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. p. s/n. **Anais do VII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; CAMAROTTI-DE-LIMA, M.F.; MARTINS, C.F. 2005. Utilização de ninhos-armadilha por Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) no Campus da Universidade Federal da Paraíba (João Pessoa, Paraíba - Brasil). **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/listaresumo.html> (Acesso em: 13 de junho de 2010).
- MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEIXOTO, M.H.P.; FARIAS, R.C.A.P.; MARTINS, C.F. 2003. Abelhas que nidificam em ninhos-armadilha em área de restinga na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil. p. 209. *In: Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*.
- MADER, E.; SPIVAK, M.; EVANS, E. 2010. **Managing Alternative Pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists**. SARE Handbook 11, NRAES-186. SARE and NRAES. Ithaca, New York. 162p.
- MARCHI, P. 2008. **Biologia da nidificação de abelhas solitária em áreas de Mata Atlântica**. Doutorado em Ciências Biológicas (Entomologia) UFPR. 87p.
- MARGULES, C.R.; PRESSEY, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405: 243-253.
- MARINONI, L.; COURI, M.S.; ALMEIDA, L.M. DE; GRAZIA, J. MELO, G.A. 2005. Coleções entomológicas brasileiras – Estado-da-arte e perspectivas para dez anos. *In: Workshop: Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de informação sobre Biodiversidade*. Brasília, Brasil, 05 a 06 de Julho de 2005. 34p. Disponível em: <http://www.cria.org.br/cgee/col/> (Acesso em: 15 de janeiro de 2010).
- MARQUES, M.F. 2008. **Arquitetura de ninhos de abelhas e vespas solitárias (Insecta, Hymenoptera) em remanescentes de mata de tabuleiro, RJ**. Trabalho de conclusão de curso em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 68p.
- MARTINS, C.F., M.F. CAMAROTTI-DE-LIMA, A.J.C. AGUIAR. 2002. Abelhas e vespas solitárias nidificantes em cavidades preexistentes na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, PB): Uma proposta de monitoramento, p.40-46. *In: Anais do V Encontro sobre abelhas de Ribeirão Preto* Ribeirão Preto, SP.
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A. 2002. Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. *Ecological Applications*, 12(23): 335-345.
- MELO, G.A.R.; VARASSI, I.G.; VIEIRA, A.O.S.; MENEZES Jr., A.O; LOWENBERG-NETO, P.; BRESSAN, D.F.; ELBL, P.M.; MOREIRA, P.A.; OLIVEIRA, P.C.; ZANON, M.M.F.; ANDROCIOLI, H.G.; XIMENES, B.M.S.; ALVES, D.S.M.; CERVIGNE, N.S.; PRADO, J.; IDE, A.K. 2006. Polinizadores de maracujás no Paraná, p.482-488. *In: W.C. Santana, C.H. Lobo, K.H. Hartfelder (eds.). Anais do VII Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto, FFCLRP-USP, FMRP-USP. CD-ROM.

- MELO, G.A.R.; FARIA, L.R.R; MARCHI, P.; DE CARVALHO, C.J.B. 2008. Small orchid bees are not safe: parasitism of two species of Euglossa (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) by conopid flies (Diptera: Conopidae). **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOLOGIA**, 25 (3): 573-575.
- MELO, R.R.; ZANELLA, F.C.V. 2007a. Tempo para emergência de adultos e preferência por diâmetro em abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) coletadas com ninhos-armadilha na Caatinga do Rio Grande do Norte. p. s/n. *In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu, MG, Brasil.
- MELO, R.R.; ZANELLA, F.C.V. 2007b. Solitary wasps diversity collected in Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, in Rio Grande do Norte State, Brazil. p. s/n. *In: Anais do I Simpósio de Biodiversidade*. Santa Maria, RS, Brasil.
- 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: 382-388.
- MENDES, F.N.; CARVALHO, C.C.; RÊGO, M.M.C. 2004. Nidificação de Euglossini em ninhos-armadilha em três diferentes ecossistemas no município de Urbano Santos, MA. p. 135. *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- MENEZES, A.F; MORATO, E.F.; RIBEIRO, D.L. 2009. Efeitos da sucessão florestal sobre a diversidade de inimigos naturais em ninhos de vespas e abelhas solitárias. p. s/n. *In: Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*.
- MENEZES, Giselle Braga. 2007. **Biologia floral de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) Schum (Bignoniaceae) e comportamento de forrageio dos visitantes, com ênfase nos pilhadores de néctar**. Trabalho de conclusão de curso em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- MENEZES, G.B. 2011. **Guilda de abelhas coletoras de óleos florais na Reserva Biológica União - RJ: composição e diversidade de espécies, nidificação em ninhos-armadilha e utilização de fontes polínicas**. Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 109p.
- MENEZES, G.B.; GAGLIANONE, M.C. 2009. Guilda de abelhas coletoras de óleos florais que nidificam em área de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. p. s/n. *In: Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia*.
- MESQUITA, Thatiana M.S. 2009. **Diversidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado – MG**. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 43p.
- MESQUITA, T.M.S.; VILHENA, A.M.G.F.; AUGUSTO, S.C. 2009. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal (UFU)**, 25 (5): 124-132.

- METZGER, J.P. 2000. Tree functional group richness and landscape structure in Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, 10(4): 1147-1161.
- METZGER, J.P. 2003. Delineamento de experimentos numa perspectiva de ecologia da paisagem. *In*: Cullen Jr., L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (eds.). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Ed. da UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p.539-553.
- MICHENER, C.D. 1954. Bees of Panamá. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 104: 1-175.
- MICHENER, C.D. 1974. **The social behaviour of the bees. A comparative study**. Cambridge, Belknap Press, 404 p.
- MICHENER, C.D. 1979. Biogeography of the bees. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 66: 277-347.
- MICHENER, C.D. 2007. **The bees of the world**. 2nd ed. The Johns Hopkins University Press. United States of America. 953p.
- MORATO, E.F. 1994. *Xystromutilla asperiventris* André, 1905 (Mutillidae) reared from sphecid wasps in trap-nests, Manaus, Amazonas, Brazil. **Sphecos**, Washington, 28: 13-14.
- MORATO, E.F. 2000. A técnica de ninhos-armadilha no estudo de comunidades de Aculeata solitários. p. 111-117. *In*: **Anais do Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- MORATO, E.F. 2001a. Efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas e vespas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18: 737-747.
- MORATO, E.F. 2001b. Biologia e ecologia de *Anthodioctes moratoi* Urban (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiini) em fragmentos na Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18: 729-736.
- MORATO, E.F. 2003. Biologia de *Megachile (Austromegachile) orbiculata* Mitchell (Hymenoptera, Megachilidae) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. p.157-162. *In*: G.A.R. MELO. I. ALVES-DOS-SANTOS. **Apoidea Neotropical: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma, SP.
- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.C.O. 2000. Efeitos 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.; MARTINS, R.P. 2006. An overview of proximate factors affecting the nesting behavior of solitary wasps and bees. **Neotropical Entomology**, 35(3): 285-298.
- 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 Zoologia**, 16 (4): 1213-1222.

- MOREIRA, G.B.; PIRES, V.C.; LACERDA, L.M.; DRUMMOND, M.S. 2003. Parasitismo em ninhos-armadilha ocupados por *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em duas áreas de cerrado nordeste do Maranhão. p. 460. *In: Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*.
- MOREIRA, G.B.; PIRES, V.C.; LACERDA, L.M.; DRUMMOND, M.S. 2004. Ocorrência de *Trypoxylon* e *Podium* em fragmentos de mata ciliar em Urbano Santos, MA. p. 141 *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- MORENO, M.R.; NASCIMENTO, M.T.; KURTZ, B.C. 2003. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. *Acta Botanica Brasilica*, 17(3): 371-386.
- MORITZ, C.; CICERO, C. 2004. DNA barcoding: Promise and pitfalls. *PLoS Biol*, 2(10): e354.
- MOURÃO, G.; MAGNUSSON, W.E. 2007. Modelos lineares como ferramentas para a modelagem da distribuição de espécies. *Megadiversidade*, 3 (1-2): 5-12.
- MULLER, A.; DIENER, S.; SCHNYDER, S. STUTZ, K.; SEDIVY, C.; DORN, S. 2006. Quantitative pollen requirements of solitary bees: Implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. *Biological Conservation*, 130: 604-15.
- MUNIZ, D.B.; AZEVEDO, G.G. 2009. Diversidade e sazonalidade de vespas solitárias (Hymenoptera) que nidificam em ninhos armadilhas em dois fragmentos de Floresta Amazônica. P.: s/n. *In: Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC*. São José de Ribamar, Maranhão, Brasil.
- MUNIZ, D.B.; AZEVEDO, G.G.; LACERDA, L.M.; MATEUS, S. 2008. Abelhas que nidificam em ninhos-armadilhas (Hymenoptera, Apidae) em uma área de mata pré-amazônica da Reserva Biológica da MERCK, em São Jose de Ribamar, MA. *Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. p. 537.
- MURCIA, C. 1995. Edges effects in fragmented forest: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10(2): 58-62.
- NASCIMENTO, M.T.; SILVA, F. L. 2003. Avaliação da taxa de desmatamento no período de 1986 a 2002 na Estação Ecológica de Guaxindiba (Mata do Carvão), São Francisco do Itabapoana, RJ. *In: VI Congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza - CE, Anais de trabalho completo. Universidades Federais do Ceará, 1: 127-128.
- NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. 1972. Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A: General Statistics*, London, 135: 370-384.
- NOSS, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4(4): 355-364.
- NOSS, R.F.; CSUTI, B. 1997. Habitat fragmentation. *In: MEFPE, G.K.; CARROL, C.R.* (Eds.) *Principles of Conservation Biology*. 2 ed. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publishers.

- OLIVEIRA, Hellen de Azevedo. 2011. **Recursos polínicos utilizados por *Bombus morio* (Sw.) (Hymenoptera, Apidae) em áreas de cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) em São José de Ubá, RJ.** Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 40p.
- OLIVEIRA FILHO, J.H.; FREITAS, B.M. 2003. Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (*Xylocopa frontalis*) em um modelo de ninho racional. **Ciência Rural**, Santa Maria, 33(4): 693-697.
- OLIVEIRA, M.L.R.; SOARES, C.P.B.; SOUZA, A.L.; LEITE, H.G. 2005. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, 29(2): 213-225.
- OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of Economic Entomology**, 102 (1): 265-273.
- OLIVER, I.; BEATTIE, A.J. 1996. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biofiversity. **Ecological Applications**, 6(2):594-607.
- PETTERSON, B. D.; ATMAR, W. 2000. Analyzing species composition in fragments. Isolated vertebrate communities in the tropics. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium, Bonn. **Bonner Zoologische Monographien**, 46: 93-108.
- PEARSON, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B.**, 345: 75-79.
- 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 (1999): 327-338.
- PEREIRA VIEIRA, P.F. da S.; CRUZ, D. de O.; GOMES, M.F.M. CAMPOS, L.A.O.; LIMA, J.E. de. 2010. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, 15: 43-53.
- PÉREZ-MALUF, R. 1993. **Biologia de vespas e abelhas solitárias em ninhos-armadilha em Viçosa, MG.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 87p.
- PERUQUETTI, R.C. 1998. Notes on Adults of *Euglossa townsendi* Cockerell (Apidae: Euglossini) Reared from a Trap Nest. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27(2): 309-311.
- PERUQUETTI, R.C. 2003. **Aspectos da biologia, estrutura populacional e parentesco intranidal em vespas do gênero *Trypoxylon* (Hymenoptera: Sphecidae).** Tese de doutorado. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil. 59p.
- PERUQUETTI, R.C. 2005. Use of Trap Nests with a Neotropical Mud-Dauber, *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *albitarse* Fabricius, 1804 (Hymenoptera: Sphecidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 78(1): 84-87.

- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O. 1997. Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* (Blanchard) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista brasileira de Zoologia**, 14(1): 91-97.
- PERUQUETTI, R.C.; DEL LAMA, M.A. 2003a. Notas sobre a socialidade e a biologia de nidificação de *Trypoxylon (Trypoxylon) asuncicola* Strand, 1910 (Hymenoptera, Sphecidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 47(2): 297-301.
- PERUQUETTI, R.C.; DEL LAMA, M.A. 2003b. Alocação sexual e seleção sexo-dependente para tamanho de corpo em *Trypoxylon rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 47(4): 581-588.
- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M.; LISBOA, L.C.O. 1999. Abelhas Euglossini (Apidae) da áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 101-118.
- PINTO, N.P.O. 2005. Estudo de Caso: a Reutilização de Células de Ninho Abandonado de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) por *Tetrapedia (Tetrapedia) diversipes* Klug, 1810 (Hymenoptera: Apidae, Apinae). **Revista de Etologia**, 7(2): 67-74.
- PINTO, N.P.O.; SCAGLIA, M.; GOBBI, N.; ZACARIN, G.G.; ZANARDO, A. 2001. Observações sobre os ninhos, células, casulos e a ação de inimigos naturais de *Pison aureofaciale* Strand, 1910 (grupo *Pilosum*) (Hymenoptera: Sphecidae, Crabroninae, Trypoxylini). **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, 68(2): 49-55.
- PIRES, V.C.; MOREIRA, G.B.; LACERDA, L.M.; DRUMMOND, M.S. 2004. Caracterização da comunidade de vespas solitárias do cerrado nordeste do Maranhão com uso de ninhos-armadilha. p. 141. In: **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia**. Brasília, DF, Brasil.
- QINGHONG, L. 1995. A model for species diversity monitoring at community level and its application. **Environmental Monitoring and Assessment**, 34: 271-287.
- R Development Core Team. 2011. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Áustria. Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- RABELO, L.S.; VILHENA, A.M.G.F.; BASTOS, E.M.A.F.; AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho alimentar de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Apidae, Centridini). s/n, In: **Anais do IX Encontro interno e XII Seminário de Iniciação Científica**, Universidade Federal de Uberlândia. PIBIC-UFU, CNPq & FAPEMIG
- RAMBALDI, D.M.; MAGNANI, A.; ILHA, A.; LARDOSA, E.; FIGUEIREDO, P.; OLIVEIRA, R.F. de. 2003. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CNRBMA. Série Estados e Regiões da RBMA, Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 61p.
- RAMOS, M.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. 2010. Nesting Behavior of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae) in an Area of the Cerrado in the Northeast of the State of Maranhão, Brazil. **Neotropical Entomology**, 39(3): 379-383.

- RAW, A. 2004. "Ambivalence over *Megachile*". Pp. 175-184. In: Freitas, B.M. & J.O.P. Pereira (Eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária. Fortaleza, CE, Brasil. 285p.
- REIS, A.L.N. 2006. **Abelhas e vespas (Hymenoptera) em ninhos-armadilha na restinga de Iquipari (São João da Barra, RJ)**. Monografia de Bacharelado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 50p.
- RIBEIRO, F. 2006. **Comportamento de *Podium denticulatum* F. Smith, 1856 (Hymenoptera, Sphecidae) em ninhos-armadilha**. Dissertação de mestrado em entomologia. USP Ribeirão. 86p.
- ROCHA-FILHO, L.C.; MORATO, E.F.; MELO G.A.R. 2009. New host records of *Aglaomelissa duckei* and a compilation of host associations of Ericrocidini bees (Hymenoptera: Apidae). **Zoologia**, 26(2): 299-304.
- ROOT, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. **Ecological Monographs**, 37: 317-50.
- ROUBIK, D.W. 2001. Ups and downs in pollinator populations: When is there a decline? **Conservation Ecology** 5(1): 2. [online] Disponível em: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art2/>
- ROUBIK, D.W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. **Agricultural Services Bulletin 118**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 196p.
- ROUBIK, D.W. 1992. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University. 529p.
- SABINO, W.; ANTONINI, Y. 2009. Predominância de *Megachile (Moureapis) anthidioides* Radoschowsky, 1874 (Hymenoptera: Megachilidae) em ninhos - armadilha no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais. p. s/n. In: **Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia**, São Lourenço – MG.
- SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S.; MOURE, J.S. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. **Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University [Series VI, Zoology]**, 16: 253–291.
- SALLA, F.; MORATO, E.F.; LOBÃO, M.S. 2007. Influência da microestrutura sobre o uso de cavidades preexistentes na madeira pela fauna. p. s/n. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG.
- SANTONI, M.M.; DEL LAMA, M.A. 2007a. Biologia de nidificação e estrutura genética intranidal de espécies de *Trypoxylon (Trypargilum)* (Hymenoptera: Crabronidae). p. s/n. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG.
- SANTONI, M.M.; DEL LAMA, M.A. 2007b. Nesting biology of the trap-nesting Neotropical wasp *Trypoxylon (Trypargilum) aurifrons* Shuckard (Hymenoptera, Crabronidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 51(3): 369-376.
- SANTONI, M.M.; BRESOVIT, A.D.; DEL LAMA, M.A. 2009. Ocupação diferencial do habitat por vespas do gênero *Trypoxylon (Trypargilum)* Latreille (Hymenoptera, Crabronidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: 107-114.

- SANTOS, A.M.; SERRANO, J.C.; COUTO, R.M.; ROCHA, L.S.G.; MELLO PATIU, C.A.; GARÓFALO, C.A. 2008. Conopid Flies (Diptera: Conopidae) Parasitizing *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, 37(5): 606-608.
- SANTOS, M.C.P.; DIAS, F.G.; ROCHA, A.C.; PÉREZ-MALUF, R. 2004. Diversidade de vespas e abelhas solitárias em Vitória da Conquista, BA. . p. 156. *In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, DF, Brasil.
- SCHIELZETH, H. 2010. Simple means to improve the interpretability of regression coefficients. **Methods in Ecology & Evolution**, 1: 103-113.
- SCHLINDWEIN, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. **Anais do Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto**, 4: 131-141.
- SCHWARTZ, T.A.C. 2009. **Arquitetura de ninhos de abelhas Megachilidae (Insecta: Hymenoptera) em fragmentos florestais de Mata Atlântica no norte - noroeste do Estado do Rio de Janeiro**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 52p.
- SCHWENCK JR., P. 2004. **Avaliação ambiental do Projeto Rio Rural GEF DE gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense**. Relatório Técnico. 75p.
- SEAPPA-RJ. 2007. **Relatório Marco Zero – Avaliação ambiental do projeto Rio-Rural/GEF de gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense**. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro. **Relatório técnico**. 37p.
- SEAPPA-RJ. 2008a. **PEM – Plano Executivo da Microbacia – Brejo da Cobiça, São Francisco do Itabapoana – RJ**. Projeto Gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense – RIO RURAL-GEF. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro. 22p. Disponível em: [http://www.microbacias.rj.gov.br/biblioteca\\_virtual.jsp](http://www.microbacias.rj.gov.br/biblioteca_virtual.jsp) (Acesso: Jun. 2011).
- SEAPPA-RJ. 2008b. **PEM – Plano Executivo da Microbacia – Caixa D’água, Trajano de Moraes – RJ**. Projeto Gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense – RIO RURAL-GEF. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro. 39p. Disponível em: [http://www.microbacias.rj.gov.br/biblioteca\\_virtual.jsp](http://www.microbacias.rj.gov.br/biblioteca_virtual.jsp) (Acesso: Jun. 2011).
- SEAPPA-RJ. 2008c. **PEM – Plano Executivo da Microbacia – Santa Maria, São José de Ubá – RJ**. Projeto Gerenciamento integrado de agroecossistemas em microbacias hidrográficas do norte - noroeste fluminense – RIO RURAL-GEF. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro. 27p. Disponível em: [http://www.microbacias.rj.gov.br/biblioteca\\_virtual.jsp](http://www.microbacias.rj.gov.br/biblioteca_virtual.jsp) (Acesso: Jun. 2011).

- SHIBATA, L.; DEL LAMA, M.A. 2007. Biologia e estrutura sociogenética intranidal de *Podium denticulatum* F. Smith, 1856 (Hymenoptera: Sphecidae: Sphecinae). p. 68. In: **Anais de Eventos da UFSCar**, v. 3. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.
- SILVA, F.O.; VIANA, B.F.; NEVES, E.L. 2001. Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, 30(4): 541-545.
- SILVA, Fernanda Oliveira. 2008. **Vespas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) nidificando em ninhos-armadilha na Estação Ecológica de Ribeirão Preto, Mata Santa Teresa, Ribeirão Preto, SP**. Dissertação de mestrado em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 55p.
- SILVA, G.C.; NASCIMENTO, M.T., 2001. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão), RJ, Brasil, **Revista Brasileira de Botânica**, 24: 51-62.
- SILVA, Leandro da Cruz. 2009. **Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera) que nidificam em ninhos-armadilha em remanescentes de mata sobre tabuleiro no Norte Fluminense**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 26p.
- SILVA, O.; RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RAMOS, M.C. 2009. Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. **Neotropical Entomology**, 38 (2): 186-196.
- SILVA JÚNIOR, José Luiz Pontes. 2008. **Nidificação de abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) em ninhos-armadilha em uma área antrópica em Campos dos Goytacazes, RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 78p.
- SILVA JÚNIOR, José Luiz Pontes. 2010. **Diversidade de espécies e aspectos da nidificação de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) não sociais em ninhos-armadilha em fragmento de Mata Atlântica e área urbana**. Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 107p.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. 2002a. **Abelhas Brasileiras – Sistemática de Identificação**. Belo Horizonte, 253p.
- SILVEIRA F.A.; PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES DOS SANTOS, I.; KLEINERT, A. DE M.P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2002b. Taxonomic Constraints for the Conservation and Sustainable Use of Wild Pollinators – The Brazilian Wild Bees. In: Kevan, P. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (eds.) - **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** - Ministry of Environment / Brasília. p. 41-50.
- SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L. 1981. Floral rewards: Alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 68: 301-322.
- SMITH, R.L. 1992. **Elements of Ecology**. 3 ed. New York: Harper Collins Publishers Inc. 617p.

- SONKA, M.; HLAVAC, V.; BOYLE, R. 2008. Image Processing Analysis and Machine Vision. 3 ed. Chapman & Hall, London. 800p.
- SOUZA, R.O.; DEL LAMA, M.A. 2008. A utilização de ninhos-armadilha no estudo da estrutura sociogenética de ninhos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae). p. 168-174. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- SOUZA, Tatiane Pereira de. 2009. Leguminosas arbóreas em fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do Rio São Domingos, São José de Ubá, noroeste fluminense. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 35p.
- 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: 1036–1044.
- STEFFAN-DEWENTER, I. WESTPHAL, C. 2008. The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. **Journal of Applied Ecology**, 45: 737–741.
- TAKI, H.; KEVAN, P.G.; VIANA, B.F.; SILVA, F.O.; BUCK, M. 2008. Artificial covering on trap nests improves the colonization of trap-nesting wasps. **Journal of Applied Entomology**, 132(3): 225-229.
- TAYLOR, J.A.; FRIEND, G.R.; DUDZINSKI, M.L. 1984. Influence of sampling strategy on the relationships between fauna and vegetation structure, plant lifeform and floristics. **Australian Journal of Ecology**, 9: 281-287.
- TEIXEIRA, F.M. 2006. **A Composição de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos na região de Alter do Chão, Pará**: a influência dos biomas Amazônia e cerrado e da sazonalidade e os efeitos de tamanho da área, isolamento e proximidade de estradas. 2006. Dissertação de mestrado em Zoologia. Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém. 98p.
- TEIXEIRA, F.M.; GAGLIANONE, M.C. 2008. Ocupação de Ninhos Armadilha por abelhas e vespas (Hymenoptera) em três fisionomias de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. p. 675. *In: Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- TEIXEIRA, F.M.; GAGLIANONE, M.C. 2009. Trap nesting Hymenoptera in three different phytophysionomies of Rio de Janeiro's Atlantic Forest. p. s/n. *In: Anais da 9ª Mostra de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro*.
- TEIXEIRA, F.M.; Schwartz, T.A.C.; GAGLIANONE, M.C. 2011. Biologia da Nidificação de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell. **EntomoBrasilis**, 4(3): 92-99. Disponível em: <http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/140-1605-2-pb.pdf>.
- THOMSON, J.D. 2001. Using Pollination Deficits to Infer Pollinator Declines: Can Theory Guide Us? **Ecology & Society**, 5(1): art. 6. [online]. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol5/iss1/art6/> Acesso em: 30 out. 2010.
- TSCHANKTE, T.; GATHMANN, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. 1998. Bioindication using

- trap-nesting bees and wasp and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology**, 35:708-719.
- TSCHANKTE, T.; KLEIN, A.M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I; THIES, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. **Ecology Letters**, 8(8): 857–874.
- TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. 2001. **Landscape Ecology in Theory and Practice**. Springer-Verlag New York, Inc. United States of America. 401p.
- VAISSIÈRE, B.E.; FREITAS, B.M.; GEMMILL-HERREN, B. 2010. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops**. FAO/IFAD project: “development of tools and methods for conservation and management of pollination services for sustainable agriculture”. 30 p.
- VEDDELER, D. 2006. **Bees, wasps, and their parasitoids in traditional coffee agroforests: community patterns and ecosystem services**. Dissertação de mestrado . Georg-August-Universität Göttingen. 81p.
- 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, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 124p.
- VENABLES, W.N.; RIPLEY, B.D. 2002 **Modern Applied Statistics with S**. Fourth Edition. Springer, New York. <http://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4>
- VIANA, B.F., NEVES, E.L; SILVA, F.O. 2001a. Aspectos da biologia de nidificação de *Euplusia mussitans* (Fabricius) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira de Zoologia**, 18: 1081-1087.
- VIANA, B.F.; SILVA, F.O.; KLEINERT, A.M.P. 2001b. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, 30(2): 245-251.
- VIANA, B.F.; MELO, A.M.C.; MARTINS, P.D.D. 2006. Variação na estrutura do habitat afetando a composição de abelhas e vespas solitárias em remanescentes florestais urbanos de Mata Atlântica no NE do Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, 6 (4): 282-295.
- VIANA, V.M.; PINHEIRO, L.A.F.V. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, 12(32): 25-42.
- VILLELA, D.M.; NASCIMENTO, M.T.; ARAGÃO, L.E.O.C.; GAMA, D.M. 2006. Effect of selective logging on forest structure and nutrient cycling in a seasonally dry Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, 33: 506-516.
- VINSON, B.; FRANKIE, G.; RAO, A. 2010. Field behavior of parasitic *Coelioxys chichimeca* (Hymenoptera: Megachilidae) toward the host bee *Centris bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). **INRA/DIB-AGIB/EDP Sciences**, 1-11.
- YOCCOZ, N.G.; NICHOLS, J.D.; BOULINIER, T. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. **TRENDS in Ecology & Evolution**, 16(8): 446-453. <http://tree.trends>.

- WHITTAKER, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. **Science**, 147: 250–260.
- WILLIAMS, I.H. 1996. Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. *In*: Matheson, A.; Buchamann, S.L.; O’Toole, C.; Williams, I.H. **The Conservation of Bees**. p. 63-80. London, England, Academic Press.
- WILLIAMS, N.M.; MINCKLEY, R.L.; SILVEIRA, F.A. 2001. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. **Conservation Ecology**, 5(1): 7. [online] Disponível em: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art7/>
- WOISKI, T.D. 2009. **Estrutura de comunidade de vespas e abelhas solitárias em um fragmento urbano de floresta ombrófila mista**. Universidade Federal do Paraná. (Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas (Entomologia)). 31p.
- ZALDÍVAR-RIVERÓ N, A.; MARTÍNEZ, J.J.; CECCARELLI, F.S.; JESÚS-BONILLA, V.S.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, A.C.; RESÉNDIZ-FLORES, A.; SMITH, M.A. 2010. DNA barcoding a highly diverse group of parasitoid wasps (Braconidae: Doryctinae) from a Mexican nature reserve. **Mitochondrial DNA**, 21(S1): 18–23.
- ZANELLA, F.C.V. 2008. Dinâmica temporal e espacial de abelhas solitárias no semi-árido do Nordeste do Brasil. p. 284-291. *In*: **Anais do VIII Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- ZANETTE, L.R.S. SOARES, L.A.; PIMENTA, H.C.; GONÇALVES, A.M.; MARTINS, R.P. 2004. Nesting biology and sex ratios of *Auplopus militaris* (Lynch-Arribalzaga 1873) (Hymenoptera Pompilidae). **Tropical Zoology**, 17: 145-154.
- ZILLIKENS, A.; STEINER, J. 2004. Nest architecture, life cycle and cleptoparasite of the neotropical leaf-cutting bee *Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides* Moure (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Kansas Entomological Society**, 77(3): 193-202.
- ZUNIC, J.; HIROTA, K.; ROSIN, P. 2010. A Hu moment invariant as a shape circularity measure. **Pattern Recognition**, 43: 47-57.

**Anexo I** - Espécies de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha no território brasileiro, com base em 142 estudos com ninho-armadilha do período de 1978 a 2009, com indicações do número de trabalhos por Bioma: CER - Cerrado, MAT- Mata Atlântica, CAA- Caatinga, AMZ- Amazônia. (#) - espécie introduzida; (?) - Garófalo et al. 2004 e Garófalo 2004, revisão das espécies encontradas em ninho-armadilha no Brasil, sem a citação da distribuição geográfica.

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<b>ACULEATA</b>	
Vespoidea	
<b>Pompilidae</b>	
<i>Auplopus militaris</i> (Lynch-Arribalzaga)	<b>CER</b> (5): Zanette <i>et al.</i> 2004, Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006; Loyola & Martins 2008; <b>MAT</b> (1): Loyola 2005
<i>Auplopus argutus</i> Dreisbach	<b>MAT</b> (1): Gonzaga & Vasconcellos-Neto 2006
<i>Auplopus</i> spp.	<b>CER</b> (1): Pires <i>et al.</i> 2004; <b>MAT</b> (5): Reis 2006, Buschini <i>et al.</i> 2007, Buschini & Woiski 2008, Schwartz 2009, Woiski 2009; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a, Muniz & Azevedo 2009
<i>Auplopus</i> spp. 1-2	<b>MAT</b> (3): Marques 2008, Schwartz 2009, Teixeira & Gaglianone 2009
<i>Dipogon populator</i> Fox	<b>MAT</b> (1): Buschini & Woiski 2008
<i>Priochilus</i> spp.	<b>MAT</b> (1): Reis 2006; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<b>Vespidae</b>	
<b>Eumeninae</b>	
<i>Ancistroceroides</i> spp.	<b>CER</b> (1): Silva 2008; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Ancistrocerus flavomarginatus</i> (Brèthes)	<b>MAT</b> (2): Buschini & Woiski 2008, Woiski 2009; <b>CAA</b> (1): Melo & Zanella 2007a
<i>Ancistrocerus</i> sp.	<b>MAT</b> (1): Ferreira & Martins 2008
<i>Antezumia</i> sp.	<b>CER</b> (1): Silva 2008
<i>Hypalastoroides paraguayensis</i> Zavattari	<b>MAT</b> (1): Buschini & Woiski 2008
<i>Hypalastoroides brasiliensis</i> Saussure	<b>MAT</b> (1): Silva Júnior 2008
<i>Hypancistrocerus</i> spp.	<b>MAT</b> (1): Reis 2006
<i>Hypodynerus</i> spp.	<b>MAT</b> (2): Buschini & Woiski 2008, Woiski 2009

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Monobia angulosa</i> Saussure	<b>CER</b> (4): Assis & Camillo 1997, Camillo <i>et al.</i> 1997, Pires <i>et al.</i> 2004, Silva 2008; <b>MAT</b> (1): Buschini & Woiski 2008; <b>CAA</b> (3): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a, b
<i>Pachodynerus gianelli</i> (Gribodo)	<b>AMZ</b> (1): Morato & Campos 2000
<i>Pachodynerus grandis</i> Willink & Roig-Alsina	<b>MAT</b> (2): Marques 2008, Teixeira & Gaglianone 2009
<i>Pachodynerus guadulpensis</i> (de Saussure)	<b>CER</b> (1): Silva 2008; <b>MAT</b> (1): Buschini & Woiski 2008; <b>CAA</b> (4): Gonçalves & Zanella 2003, Ferreira & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a, b
<i>Pachodynerus brevithorax</i> Saussure	<b>CER</b> (1): Assis & Camillo 1997
<i>Pachodynerus nasidens</i> (Latreille)	<b>CER</b> (2): Assis & Camillo 1997, Silva 2008; <b>MAT</b> (1): Buschini & Woiski 2008
<i>Pachodynerus praecox</i> Saussure	<b>CER</b> (1): Assis & Camillo 1997
<i>Pachodynerus</i> spp.	<b>MAT</b> (1): Buschini & Woiski 2008; <b>CAA</b> (1): Gonçalves & Zanella 2003; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Zeta</i> sp.	<b>MAT</b> (2): Silva Júnior 2008, Teixeira & Gaglianone 2009
<i>Zethus pilosus</i> Zavattari	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009
<i>Zethus plaumanni</i> Bohart & Stange	<b>MAT</b> (2): Buschini & Woiski 2008, Woiski 2009
<i>Zethus</i> spp.	<b>MAT</b> (2): Marques 2008, Teixeira & Gaglianone 2009; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<b>Apoidea</b>	
<b>Spheciformes</b>	
<b>Ampulicidae</b>	
<i>Ampulex elegantula</i> Kohl	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<b>Crabronidae</b>	
<i>Liris</i> sp.	<b>AMZ</b> (1): Salla <i>et al.</i> 2007
<i>Passaloecus pictus</i> Ribaut <sup>#</sup>	<b>CER</b> (1): Alves-dos-Santos 2003
<i>Pisoxylon xanthosoma</i> Menke	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Pisoxylon</i> sp.	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009
<i>Trypoxylon (Trypoxylon) asunicola</i> Strand	<b>MAT</b> (1): Peruquetti & Del Lama 2003a
<i>Trypoxylon (Trypoxylon) punctivertex</i> Richards	<b>CER</b> (1): Assis & Camillo 1997; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Trypoxylon (Trypoxylon) aff. unguicorne</i> Richards	<b>AMZ</b> (2): Morato 1994, Morato & Campos 2000
<i>Trypoxylon (Trypoxylon) sp.</i>	<b>AMZ</b> (1): Morato 2001a
<i>Trypoxylon (Trypargilum) albitarse</i> Fabricius	<b>CER</b> (1): Peruquetti 2005; <b>MAT</b> (1): Ferreira & Martins 2008

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Trypoxylon (Trypargilum) albonigrum</i> Richards	<b>MAT</b> (2): Gonzaga & Vasconcellos-Neto 2005, Araújo & Gonzaga 2007
<i>Trypoxylon (Trypargilum) agamemnon</i> Richards	<b>MAT</b> (4): Buschini & Woiski 2008, Fajardo & Buschini 2008, Buschini & Fajardo 2009
<i>Trypoxylon (Trypargilum) aurifrons</i> Shuckard	<b>CER</b> (4): Santoni & Del Lama 2007a, Santoni & Del Lama 2007b, Silva 2008, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>MAT</b> (1): Ferreira & Martins 2008
<i>Trypoxylon (Trypargilum) fugax</i> (Fabricius)	<b>CAA</b> (1): Gonçalves & Zanella 2003; <b>AMZ</b> (1): Morato & Campos 2000
<i>Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse</i> Saussure = <i>cinereum</i> Cameron	<b>CER</b> (9) Assis & Camillo 1997, Camillo & Brescovit 1999a,b, Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008, Silva 2008, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>MAT</b> (12): Loyola 2005, Gonzaga & Vasconcellos-Neto 2005, Buschini <i>et al.</i> 2006, Reis 2006, Viana <i>et al.</i> 2006, Buschini 2007, Buschini & Woiski 2008, Buschini <i>et al.</i> 2008a, Marques 2008, Silva Júnior 2008, Berton <i>et al.</i> 2009, Teixeira & Gaglianone 2009; <b>AMZ</b> (4): Morato 1994, Morato & Campos 2000, Morato 2001a, Salla <i>et al.</i> 2007
<i>Trypoxylon (Trypargilum) lenkoi</i> (Amarante)	<b>CAA</b> (3): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007 a, b
<i>Trypoxylon (Trypargilum) nitidum</i> Smith	<b>CER</b> (3): Assis & Camillo 1997, Santoni & Del Lama 2007a, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>CAA</b> (3): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a, b, <b>AMZ</b> (3): Morato 1994, Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Trypoxylon (Trypargilum) opacum</i> Brèthes	<b>MAT</b> (5): Buschini & Wolff 2004, Borba & Buschini 2005, Buschini & Wolff 2006a, Buschini & Woiski 2008, Buschini & Bergamaschi 2009
<i>Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi</i> Kohl	<b>CER</b> (6): Assis & Camillo 1997, Camillo & Brescovit 1999a, Camillo & Brescovit 2000, Peruquetti 2003, Peruquetti & Del Lama 2003b, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>MAT</b> (1): Buschini <i>et al.</i> 2006; <b>AMZ</b> (2): Garcia 1993, Garcia & Adis 1995
<i>Trypoxylon (Trypargilum) scrobiferum</i> Richards	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Trypoxylon (Trypargilum) xanthandrum</i> Richards	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Trypoxylon (Trypargilum) spp.</i>	<b>CER</b> (6): Assis & Camillo 1997, Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008; <b>MAT</b> (5): Borba & Buschini 2005, Loyola 2005, Viana <i>et al.</i> 2006, Buschini & Woiski 2008, Sabino & Antonini 2009, Woiski 2009; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Trypoxylon spp.</i>	<b>CER</b> (4): Alves-dos-Santos 2003, Moreira <i>et al.</i> 2004, Santos <i>et al.</i> 2004, Silva 2008; <b>MAT</b> (3): Reis 2006, Marques 2008, Silva Júnior 2008; <b>CAA</b> (2): Gonçalves & Zanella 2003, Ferreira & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007b; <b>AMZ</b> (3): Garcia 1993, Menezes <i>et al.</i> 2009, Muniz & Azevedo 2009
<i>Pison aureofaciale</i> Strand	<b>CER</b> (1): Pinto <i>et al.</i> 2001

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Pison (Enlomopison) spp.</i>	<b>AMZ(2):</b> Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Pison (Pison) cressoni</i> Rohwer	<b>AMZ(1):</b> Morato & Campos 2000
<b>Sphecidae</b>	
Sphecidae spp.	<b>CER(2):</b> Loyola 2005, Loyola & Martins 2006; <b>MAT(3):</b> Loyola 2005, Ferreira & Martins 2008, Teixeira & Gaglianone 2008 <b>CER(1):</b> Assis & Camillo 1997
<b>Sphecinae</b>	
<i>Isodontia aff. fuscipennis</i> (Fabricius)	
<i>Isodontia costipennis</i> Spinola	<b>MAT(2):</b> Buschini & Woiski 2006, Buschini & Woiski 2008
<i>Isodontia</i> sp.	<b>CER(1):</b> Silva 2008
<b>Sceliphrinae</b>	
<i>Penepodium goryanum</i> (Lepeletier)	
<i>Penepodium</i> sp.	<b>CER(1):</b> Pires <i>et al.</i> 2004
<i>Podium aureosericeum</i> Kohl	<b>AMZ(1):</b> Buys <i>et al.</i> 2004
<i>Podium angustifrons</i> Kohl	<b>MAT(1):</b> Buschini & Woiski 2008
<i>Podium denticulatum</i> Smith	<b>CER(5):</b> Assis & Camillo 1997, Buys <i>et al.</i> 2004, Ribeiro 2006, Shibata & Del Lama 2007, Silva 2008 <b>AMZ(1):</b> Buys <i>et al.</i> 2004
<i>Podium fumigatum</i> (Perty)	
<i>Podium rufipes</i> Fabricius	<b>CER(1):</b> Silva 2008; <b>AMZ(3):</b> Morato 1994, Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Podium sexdentatum</i> Taschemberg	<b>AMZ(2):</b> Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Podium</i> spp.	<b>CER(3):</b> Moreira <i>et al.</i> 2004, Pires <i>et al.</i> 2004, Loyola & Martins 2008; <b>MAT(2):</b> Viana <i>et al.</i> 2006, Woiski 2009; <b>AMZ(1):</b> Salla <i>et al.</i> 2007
<hr/> Apiformes = Anthophila <hr/>	
<b>Apidae</b>	
<b>Centridini</b>	
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<i>Centris (Hemisiella) dichrotricha</i> (Moure)	<b>AMZ(3):</b> Morato <i>et al.</i> 1999, Morato & Campos 2000, Morato 2001a; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith	<b>CER</b> (10): Moreira <i>et al.</i> 2003, Godinho & Drummond 2004, Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Mendes & Rêgo 2007, Loyola & Martins 2008, Silva & Garófalo 2008, Gazola & Garófalo 2009, Mesquita <i>et al.</i> 2009; <b>MAT</b> (25): Silva <i>et al.</i> 2001, Aguiar & Martins 2002, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2003, Aguiar & Garófalo 2004, Costa <i>et al.</i> 2004, Buschini 2005, Loyola 2005, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2005, Pimentel <i>et al.</i> 2005, Buschini 2006, Buschini & Wolff 2006b, Madeira-da-Silva & Martins 2006, Reis 2006, Viana <i>et al.</i> 2006, Melo & Zanella 2007a, b, Buschini <i>et al.</i> 2008b, Ferreira & Martins 2008, Garófalo 2008, Krug & Alves-dos-Santos 2008, Marchi 2008, Marques 2008, Silva Júnior 2008, Menezes & Gaglianone 2009, Oliveira & Schlindwein 2009, Teixeira & Gaglianone 2009; <b>CAA</b> (4): Gonçalves & Zanella 2003, Ferreira & Zanella 2003, Aguiar & Garófalo 2004, Dórea <i>et al.</i> 2009; <b>AMZ</b> (1): Muniz <i>et al.</i> 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier	<b>CAA</b> (2): Aguiar <i>et al.</i> 2006, Melo & Zanella 2007a
<i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier	<b>CER</b> (2): Pereira <i>et al.</i> 1999, Mesquita <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Centris (Hemisiella) sp.</i>	<b>MAT</b> (1): Garófalo 2008;
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius	<b>CER</b> (9): Jesus & Garófalo 2000, Couto & Camillo 2007, Couto 2008, Alonso 2008, Alonso & Garófalo 2008, Caldano <i>et al.</i> 2008, Silva & Garófalo 2008, Santos <i>et al.</i> 2008, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (12): Aguiar & Martins 2002, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2003, Aguiar <i>et al.</i> 2005, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2005, Madeira-da-Silva & Martins 2006, Reis 2006, Ferreira & Martins 2008, Garófalo 2008, Silva Júnior 2008, Teixeira & Gaglianone 2008, Menezes & Gaglianone 2009, Oliveira & Schlindwein 2009; <b>CAA</b> (3): Gonçalves & Zanella 2003, Zanella 2008; <b>AMZ</b> (5): Morato <i>et al.</i> 1999, Morato & Campos 2000, Morato 2001a, Muniz <i>et al.</i> 2008, Rocha-Filho <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Centris (Heterocentris) bicornuta</i> Mocsáry	<b>AMZ</b> (3): Morato <i>et al.</i> 1999, Morato & Campos 2000, Morato 2001a; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Centris (Heterocentris) labrosa</i> Friese	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (1): Marques 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith	<b>CER</b> (1): Loyola & Martins 2006; <b>MAT</b> (2): Drummont <i>et al.</i> 2008, Menezes & Gaglianone 2009; <b>AMZ</b> (3): Morato <i>et al.</i> 1999, Morato 2001a, Rocha-Filho <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Centris</i> spp.	<b>CER</b> (2): Santos <i>et al.</i> 2004, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (2): Lucio <i>et al.</i> 2004, Aguiar <i>et al.</i> 2005; <b>AMZ</b> (2): Salla <i>et al.</i> 2007, Menezes <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<b>Euglossini</b>	
<i>Eufriesea auriceps</i> Friese	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Eufriesea mussitans</i> (Fabricius)	<b>MAT</b> (2): Viana <i>et al.</i> 2001a, b; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Eufriesea purpurata</i> (Mocsáry)	<b>AMZ</b> (1): Morato & Campos 2000; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus)	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (1): Reis 2006; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Eufriesea theresiae</i> (Mocsáry)	<b>AMZ</b> (1): Morato & Campos 2000; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Eufriesea smaragdina</i> (Perty)	<b>MAT</b> (2): Kamke <i>et al.</i> 2008a, b
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard)	<b>MAT</b> (2): Peruquetti & Campos 1997, Krug & Alves-dos-Santos 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Eufriesea violacens</i> (Mocsáry)	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Euglossa) anodorhynchi</i> Nemésio	<b>CER</b> (1): Melo <i>et al.</i> 2008; <b>MAT</b> (1): Marchi 2008
<i>Euglossa (Euglossa) avicula</i> Dressler	<b>CER</b> (1): Mendes <i>et al.</i> 2004; <b>MAT</b> (1): Peruquetti <i>et al.</i> 1999; <b>AMZ</b> (1): Muniz <i>et al.</i> 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus) = <i>carolina</i> Nemésio	<b>CER</b> (1): Souza & Del Lama 2008; <b>MAT</b> (8): Peruquetti <i>et al.</i> 1999, Viana <i>et al.</i> 2001b, Aguiar & Martins 2002, Aguiar <i>et al.</i> 2005, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2005, Madeira-da-Silva & Martins 2006, Reis 2006, Silva Júnior 2008; <b>CAA</b> (3): Aguiar <i>et al.</i> 2005, Melo & Zanella 2007a, Silva <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Rebêlo & Moure	<b>CER</b> (1): Augusto & Garófalo 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Euglossa) gaianii</i> Dressler	<b>CAA</b> (1): Silva <i>et al.</i> 2009; <b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure	<b>MAT</b> (1): Peruquetti <i>et al.</i> 1999; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Euglossa) modestior</i> Dressler	<b>CER</b> (1): Mendes <i>et al.</i> 2004; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler	<b>MAT</b> (1): Marques 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i> Cockerell	<b>CER</b> (4): Augusto & Garófalo 2004, Mendes <i>et al.</i> 2004, Souza & Del Lama 2008, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (2): Peruquetti 1998, Peruquetti <i>et al.</i> 1999; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Glossura) annectans</i> Dressler	<b>MAT</b> (2): Garófalo <i>et al.</i> 1998, Cortopassi-Laurino <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Euglossa (Glossurella) stellfeldi</i> Moure	<b>MAT</b> (1): Kamke <i>et al.</i> 2004
<i>Euglossa</i> spp.	<b>CER</b> (2): Santos <i>et al.</i> 2004; <b>MAT</b> (3): Viana <i>et al.</i> 2001b, Lucio <i>et al.</i> 2004, Teixeira & Gaglianone 2008
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	<b>CER</b> (1): Souza & Del Lama 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<b>Tetrapediini</b>	
<i>Tetrapedia amplitarsis</i> Friese	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Tetrapedia curvitaris</i> Friese	<b>CER</b> (2): Camillo 2005, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (1): Garófalo 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug = <i>dentipes</i> Moure	<b>CER</b> (7): Alves-dos-Santos <i>et al.</i> 2002, Alves-dos-Santos 2003, Pinto 2005, Alves-dos-Santos <i>et al.</i> 2006, Camillo 2005, Silva & Garófalo 2008, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (7): Aguiar & Martins 2002, Aguiar <i>et al.</i> 2005, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2005, Ferreira & Martins 2008, Garófalo 2008, Silva Júnior 2008, Menezes & Gaglianone 2009; <b>AMZ</b> (1): Muniz <i>et al.</i> 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Tetrapedia garofaloi</i> Moure	<b>CER</b> (1): Camillo 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Tetrapedia ornata</i> (Spinola)	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
<i>Tetrapedia rugulosa</i> Friese	<b>CER</b> (4): Camillo 2005, Loyola & Martins 2006, Silva & Garófalo 2008, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (1): Garófalo 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Tetrapedia</i> sp.	<b>CER</b> (4): Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008, <b>MAT</b> (1): Oliveira & Schindwein 2009, Loyola 2005
<b>Colletidae</b>	
<b>Colletini</b>	
<i>Colletes rufipes</i> Smith	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Colletes</i> sp.	<b>MAT</b> (2): Buschini 2005, Buschini 2006
<i>Rhynchocolletes</i> sp	<b>MAT</b> (2): Diniz & Buschini 2009; Buschini <i>et al.</i> 2008b
<b>Hylaeini</b>	

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Hylaeus</i> spp.	<b>CER</b> (1): Alves-dos-Santos 2003; <b>MAT</b> (4): Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2003, Madeira-da-Silva & Martins 2006, Ferreira & Martins 2008, Krug & Alves-dos-Santos 2008, <b>CAA</b> (3): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a, Zanella 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<b>Megachilidae</b>	
<b>Anthidiini</b>	
<i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus)	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Anthidulum</i> spp.	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Anthodioctes claudii</i> Urban	<b>MAT</b> (3): Buschini 2005, Buschini 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b
<i>Anthodioctes megachiloides</i> Holmberg	<b>CER</b> (7): Alves-dos-Santos 2003, Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (1): Alves-dos-Santos 2004, Marchi 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Anthodioctes manauara</i> Urban	<b>AMZ</b> (1): Morato 2001b
<i>Anthodioctes lunatus</i> (Smith)	<b>MAT</b> (1): Camarotti-de-Lima & Martins 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Anthodioctes moratoi</i> Urban	<b>AMZ</b> (3): Morato & Campos 2000, Morato 2001a, Morato 2001b; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Anthodioctes</i> spp.	<b>CAA</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005; <b>AMZ</b> (1): Muniz <i>et al.</i> 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Austrostelis iheringi</i> (Schrottky)	<b>MAT</b> (1): Krug & Alves-dos-Santos 2008
<i>Carlaticola paraguayensis</i> (Schrottky)	<b>MAT</b> (1): Schwartz 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Epanthidium erythrocephalum</i> (Schrottky)	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Epanthidium maculatum</i> Urban	<b>CAA</b> (2): Gonçalves & Zanella 2003, Zanella 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Epanthidium nectarinioides</i> (Schrottky)	<b>MAT</b> (3): Buschini 2005, Buschini 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky)	<b>CER</b> (1): Silva & Garófalo 2008; <b>MAT</b> (4): Aguiar & Martins 2002, Ferreira & Martins 2008, Silva Júnior 2008, Schwartz 2009; <b>CAA</b> (3): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a, Zanella 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Epanthidium</i> sp.	<b>MAT</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005; <b>CAA</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke)	<b>MAT</b> (2): Aguiar <i>et al.</i> 2005, Ferreira & Martins 2008; <b>CAA</b> (2): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Dicranthidium luciae</i> Urban	<b>MAT</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Dicranthidium</i> sp.	<b>MAT</b> (1): Oliveira & Schlindwein 2009
<i>Duckeanthidium</i> spp.	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Saranthidium marginatum</i> Moure & Urban	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken)	<b>MAT</b> (3): Reis 2006, Schwartz 2009, Teixeira & Gaglianone 2009
<i>Hypanthidium divaricatum</i> (Smith)	<b>MAT</b> (1): Reis 2006
<i>Hypanthidium</i> cf. <i>maranhense</i> Urban	<b>MAT</b> (1): Madeira-da-Silva & Martins 2006
<i>Anthidiini</i> sp.	<b>CER</b> (2): Santos <i>et al.</i> 2004, Silva & Garófalo 2008; <b>MAT</b> (1): Teixeira & Gaglianone 2009
<b>Megachilini</b>	
<i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) <i>corona</i> Mitchell	<b>CER</b> (4): Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008
<i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) aff. <i>facialis</i> Vachal	<b>MAT</b> (2): Schwartz 2009; Woiski 2009
<i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) <i>fiebrigi</i> Schrottky	<b>MAT</b> (3): Buschini 2005, Buschini 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b
<i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) <i>orbiculata</i> Mitchell	<b>AMZ</b> (3): Morato & Campos 2000, Morato 2001a, Morato 2003; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) aff. <i>susurrans</i> Haliday	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) <i>trigonaspis</i> Schrottky	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009
<i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) <i>affabilis</i> Mitchell	<b>MAT</b> (1): Silva Júnior 2008
<i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) <i>guaranitica</i> Schrottky	<b>CER</b> (1): Cardoso & Silveira 2003; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) <i>pseudanthidioides</i> Moure	<b>MAT</b> (3): Zillikens & Steiner 2004, Marques 2008, Schwartz 2009
<i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) <i>ruficornis</i> Smith	<b>AMZ</b> (1): Costa <i>et al.</i> 2007
<i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) sp. nov.	<b>MAT</b> (1): Marchi 2008
<i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) sp.	<b>MAT</b> (1): Schwartz 2009
<i>Megachile</i> ( <i>Dactylomegachile</i> ) spp.	<b>MAT</b> (3): Buschini 2005, Buschini 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b, Krug & Alves-dos-Santos 2008; <b>CAA</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile</i> ( <i>Melanosarus</i> ) <i>brasiliensis</i> Dalla Torre	<b>MAT</b> (2): Buschini 2005, Buschini 2006
<i>Megachile</i> ( <i>Melanosarus</i> ) <i>nigripennis</i> Spinola	<b>CER</b> (1): Cardoso & Silveira 2003; <b>MAT</b> (2): Marques 2008, Schwartz 2009

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Megachile (Moureapis) anthidioides</i> Radoszkowsky	<b>CER</b> (1): Cardoso & Silveira 2003; <b>MAT</b> (1): Sabino & Antonini 2009
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009
<i>Megachile (Moureapis) benigna</i> Mitchell	<b>MAT</b> (2): Schwartz 2009, Woiski 2009
<i>Megachile (Moureapis) spp.</i>	<b>CER</b> (1): Cardoso & Silveira 2003; <b>MAT</b> (5): Buschini 2005, Buschini 2006, Buschini <i>et al.</i> 2009, Gonçalves & Buschini 2009; Buschini <i>et al.</i> 2008b
<i>Megachile (Neochelynia) brethesi</i> Schrottky	<b>MAT</b> (1): Aguiar & Martins 2002; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile (Ptilosaroides) neoxanthoptera</i> Cockerell	<b>MAT</b> (1): Silva Júnior 2008
<i>Megachile (Ptilosaroides) xanthoptera</i> Schrottky	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile (Ptilosarus) bertonii</i> Schrottky	<b>CER</b> (4): Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008
<i>Megachile (Ptilosarus) sp. nov.1-2</i>	<b>MAT</b> (1): Marchi 2008
<i>Megachile (Ptilosarus) sp.</i>	<b>MAT</b> (1): Schwartz 2009
<i>Megachile (Pseudocentron) inscita</i> Mitchell = <i>lissotate</i> Moure	<b>MAT</b> (1): Schwartz 2009; <b>CAA</b> (2): Gonçalves & Zanella 2003, Aguiar <i>et al.</i> 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile (Pseudocentron) spp.</i>	<b>CER</b> (5): Loyola 2005, Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (2): Aguiar & Martins 2002, Schwartz 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile (Rhyssomegachile) simillima</i> Smith = <i>cara</i> Mitchell	<b>AMZ</b> (2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile (Sayapis) dentipes</i> Vachal	<b>MAT</b> (1): Aguiar & Martins 2002; <b>CAA</b> (2): Gonçalves & Zanella 2003, Zanella 2008; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<i>Megachile spp.</i>	<b>CER</b> (4): Santos <i>et al.</i> 2004, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (15): Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2003, Lucio <i>et al.</i> 2004, Aguiar <i>et al.</i> 2005, Buschini 2005, Pimentel <i>et al.</i> 2005, Buschini 2006, Madeira-da-Silva & Martins 2006, Reis 2006, Viana <i>et al.</i> 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b, Ferreira & Martins 2008, Garófalo 2008, Silva Júnior 2008, Teixeira & Gaglianone 2008, Teixeira & Gaglianone 2009; <b>CAA</b> (2): Gonçalves & Zanella 2003, Melo & Zanella 2007a; <b>AMZ</b> (3): Morato & Campos 2000, Morato 2001a, Menezes <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<b>Xylocopinae</b>	
<b>Xylocopini</b>	
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) augusti</i> Lepeletier	<b>MAT</b> (3): Buschini 2005, Buschini 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier)	<b>CER</b> (2): Chaves-Alves 2009, Junqueira & Augusto 2009; <b>MAT</b> (2): Viana <i>et al.</i> 2001b, Aguiar <i>et al.</i> 2005; <b>CAA</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier	<b>CER</b> (2): Chaves-Alves 2009; Junqueira & Augusto 2009; <b>MAT</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2005,
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo	<b>CER</b> (1): Chaves-Alves 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<i>Xylocopa (Schonnherria) subcyanea</i> Pérez	<b>MAT</b> (1): Viana <i>et al.</i> 2001b; (?): Garófalo 2004
<i>Xylocopa</i> spp.	<b>CER</b> (3): Loyola & Martins 2006, Morato & Martins 2006, Loyola & Martins 2008; <b>MAT</b> (1): Loyola 2005

**Anexo II** - Espécies de abelhas e vespas cleptoparasitas ou parasitoides associadas a ninhos-armadilha no território brasileiro, com base em 142 estudos com ninho-armadilha do período de 1978 a 2009, com indicações do número de trabalhos por Bioma: CER - Cerrado, MAT- Mata Atlântica, CAA- Caatinga, AMZ- Amazônia. (?) - Garófalo et al. 2004 e Garófalo 2004, revisão das espécies encontradas em ninho-armadilha no Brasil, sem a citação da distribuição geográfica.

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<b>PARASITICA</b>	
Chalcidoidea	
<b>Chalcididae</b>	
<i>Brachymeria</i> spp.*	<b>MAT</b> (1): Peruquetti & Del Lama 2003a
Chalcididae spp. *	<b>MAT</b> (1): Teixeira & Gaglianone 2009; <b>AMZ</b> (1): Menezes <i>et al.</i> 2009
<b>Eurytomidae</b>	
Eurytomidae spp. *	<b>AMZ</b> (2): Morato <i>et al.</i> 1999, Morato 2003
<b>Eulophidae</b>	
<i>Melittobia australica</i> Girault*	<b>MAT</b> (1): Marchi 2008
<i>Melittobia</i> spp.*	<b>CER</b> (6): Pinto <i>et al.</i> 2001, Alves-dos-Santos 2003, Morato & Martins 2006, Santoni & Del Lama 2007b, Shibata & Del Lama 2007, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>MAT</b> (8): Peruquetti & Campos 1997, Garófalo <i>et al.</i> 1998, Peruquetti & Del Lama 2003a, Alves-dos-Santos 2004, Lucio <i>et al.</i> 2004, Kamke <i>et al.</i> 2008a, b, Woiski 2009
<b>Leucospidae</b>	
<i>Leucospis cayennensis</i> Westwood*	<b>CER</b> (4): Gazola & Garófalo 2003, Camillo 2005, Alonso 2008, Gazola & Garófalo 2009
<i>Leucospis</i> spp.*	<b>CER</b> (2): Jesus & Garófalo 2000, Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (2): Alves-dos-Santos 2004, Garófalo 2008
Ichneumonoidea	
<b>Braconidae</b>	
Braconidae spp.*	<b>CER</b> (1): Morato & Martins 2006
<b>Ichneumonidae</b>	
<i>Colpotrichia (Colpotrichia)</i> sp.*	<b>CER</b> (1): Zanette <i>et al.</i> 2004
<i>Goryphina</i> sp.*	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009
<i>Photocryptus</i> spp.*	<b>CER</b> (2): Morato & Martins 2006, Zanette <i>et al.</i> 2004; <b>MAT</b> (1): Woiski 2009

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Theronia (Neotheronia) sp.*</i>	<b>AMZ(1):</b> Morato 2003
Ichneumonidae spp.*	<b>CER(3):</b> Santos <i>et al.</i> 2004, Silva 2008, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>MAT(5):</b> Peruquetti & Del Lama 2003a, Buschini & Wolff 2006a, Buschini <i>et al.</i> 2006, Fajardo & Buschini 2008, Buschini & Fajardo 2009; <b>AMZ(2):</b> Morato 2003, Muniz & Azevedo 2009
<b>ACULEATA</b>	
<b>Chrysoidea</b>	
<b>Chrysididae</b>	
<i>Caenochrysis sp.*</i>	<b>MAT(1):</b> Woiski 2009
Chrysididae spp.*	<b>CER(3):</b> Pinto <i>et al.</i> 2001, Ribeiro 2006, Santoni <i>et al.</i> 2009; <b>MAT(10):</b> Buschini & Wolff 2004, Buschini & Wolff 2006a, Buschini <i>et al.</i> 2006, Buschini & Fajardo 2009, Fajardo & Buschini 2008, Silva Júnior 2008, Gonçalves & Buschini 2009, Teixeira & Gaglianone 2008, Schwartz 2009, Teixeira & Gaglianone 2009; <b>AMZ(1):</b> Menezes <i>et al.</i> 2009
<i>Chrysis intricata</i> Dahibom*	<b>CER(2):</b> Camillo <i>et al.</i> 1997, Silva 2008
<i>Chrysids fabricii</i> Mocsáry*	<b>CER(1):</b> Silva 2008
<i>Chrysis spp.*</i>	<b>CER(1):</b> Santos <i>et al.</i> 2004; <b>MAT(1):</b> Woiski 2009
<i>Ipsiura lilloi</i> Bohart*	<b>MAT(1):</b> Woiski 2009
<i>Ipsiura spp. 1-4*</i>	<b>MAT(1):</b> Silva Júnior 2008
<i>Neochrysis (Pleurochrysis) postica</i> (Brulle)*	<b>CER(1):</b> Silva 2008
<i>Neochrysis spp. 1-2*</i>	<b>MAT(1):</b> Silva Júnior 2008
<b>Vespoidea</b>	
<b>Mutillidae</b>	
<i>Ephuta pocinga</i> (Casal)*	<b>CER(1):</b> Zanette <i>et al.</i> 2004
<i>Ephuta sapuca</i> Casal*	<b>CER(1):</b> Morato & Martins 2006
<i>Xystromutilla asperiventris</i> André *	<b>MAT(1):</b> Woiski 2009; <b>AMZ(1):</b> Morato 1994
Mutillidae spp. *	<b>CER(3):</b> Pinto <i>et al.</i> 2001, Moreira <i>et al.</i> 2004, Pires <i>et al.</i> 2004; <b>MAT(3):</b> Reis 2006, Teixeira & Gaglianone 2008, Teixeira & Gaglianone 2009; <b>AMZ(2):</b> Menezes <i>et al.</i> 2009, Muniz & Azevedo 2009
<b>Sapygidae</b>	
<i>Sapyga spp.*</i>	<b>CER(1):</b> Jesus & Garófalo 2000, <b>MAT(1):</b> Alves-dos-Santos 2004
<b>Apoidea</b>	

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<b>Spheciformes</b>	
<b>Ampulicidae</b>	
<i>Ampulex elegantula</i> Kohl	AMZ(2): Morato & Campos 2000, Morato 2001a
Apiformes = Anthophila	
<b>Apidae</b>	
<b>Ericroidini</b>	
<i>Aglaomelissa duckei</i> (Friese)*	AMZ(1): Rocha-Filho <i>et al.</i> 2009
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius) *	CER(4): Gazola & Garófalo 2003, Moreira <i>et al.</i> 2003, Mendes & Rêgo 2007, Gazola & Garófalo 2009; MAT(9): Aguiar & Martins 2002, Aguiar & Garófalo 2004, Aguiar <i>et al.</i> 2005, Buschini & Wolff 2006b, Madeira-da-Silva & Martins 2006, Buschini <i>et al.</i> 2008b, Garófalo 2008, Krug & Alves-dos-Santos 2008, Marchi 2008; CAA(2): Aguiar & Garófalo 2004, Aguiar <i>et al.</i> 2005; AMZ(2): Morato <i>et al.</i> 1999, Menezes <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004, Garófalo 2004
<b>Euglossini</b>	
<i>Exaerete dentata</i> (Linnaeus)*	CER(1): Gazola & Garófalo 2009; MAT(2): Kamke <i>et al.</i> 2008a, b
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin)*	CER(1): Souza & Del Lama 2008; MAT(1): Reis 2006
<i>Exaerete</i> sp.	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<b>Tetrapediini</b>	
<i>Coelioxoides waltheriae</i> Ducke*	CER(2): Alves-dos-Santos <i>et al.</i> 2002, Gazola & Garófalo 2009; MAT(2): Aguiar <i>et al.</i> 2005, Garófalo 2008
<i>Coelioxoides exulans</i> (Holmberg)*	CER(2): Camillo 2005, Gazola & Garófalo 2009; MAT(1): Garófalo 2008
<i>Coelioxoides</i> spp.*	CER(1): Camillo 2005; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<b>Megachilidae</b>	
<b>Anthidiini</b>	
<i>Hoplostelis bilineolata</i> (Spinola)*	CER(2): Gazola & Garófalo 2009; MAT(1): Kamke <i>et al.</i> 2004
<i>Hoplostelis nigrifula</i> (Friese)*	MAT(1): Buschini 2006
<i>Stelis</i> sp.*	(?): Garófalo <i>et al.</i> 2004
<b>Megachilini</b>	
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) tepaneca</i> (Cresson)*	MAT(1): Zillikens & Steiner 2004
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) tolteca</i> Cresson *	MAT(1): Krug & Alves-dos-Santos 2008

Espécies	Bioma (Número de trabalhos): Autores
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) spp.*</i>	<b>CER</b> (1): Mendes & Rêgo 2007; <b>MAT</b> (1): Sabino & Antonini 2009 ; <b>AMAZ</b> (1): Muniz <i>et al.</i> 2008
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys) costaricensis</i> Cockerell*	<b>CER</b> (1): Augusto & Garófalo 2004
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys) cf. dozhanskyi</i> Moure*	<b>MAT</b> (1): Krug & Alves-dos-Santos 2008
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys) tridentata</i> (Fabricius)* = <i>uhleri</i> Cresson	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys) spp.*</i>	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009; <b>MAT</b> (1): Aguiar & Garófalo 2004; <b>CAA</b> (1): Aguiar & Garófalo 2004
<i>Coelioxys (Neocoelioxys) assumptionis</i> Schrottky *	<b>CAA</b> (1): Aguiar <i>et al.</i> 2006
<i>Coelioxys (Neocoelioxys) sp. *</i>	<b>MAT</b> (1): Aguiar & Martins 2002
<i>Coelioxys (Platycoelioxys) alatiformis</i> Friese* = <i>spatuliventer</i> Cockerell	<b>CER</b> (1): Gazola & Garófalo 2009
<i>Coelioxys (Rhinocoelioxys) zapoteca</i> Cresson*	<b>MAT</b> (1): Woiski 2009
<i>Coelioxys spp. *</i>	<b>CER</b> (6): Pereira <i>et al.</i> 1999, Gazola & Garófalo 2003, Moreira <i>et al.</i> 2003, Camillo 2005, Gazola & Garófalo 2009, Jesus & Garófalo 2000; <b>MAT</b> (8): Garófalo <i>et al.</i> 1998, Aguiar & Martins 2002, Aguiar <i>et al.</i> 2005, Madeira-da-Silva <i>et al.</i> 2005, Buschini & Wolff 2006b, Buschini <i>et al.</i> 2008b, Drummond <i>et al.</i> 2008, Gonçalves & Buschini 2009; <b>CAA</b> (2): Aguiar <i>et al.</i> 2005, Aguiar <i>et al.</i> 2006; <b>AMZ</b> (3): Morato <i>et al.</i> 1999, Morato 2003, Menezes <i>et al.</i> 2009; (?): Garófalo <i>et al.</i> 2004