

**DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E ASPECTOS DA NIDIFICAÇÃO DE
ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) NÃO SOCIAIS EM NINHOS-
ARMADILHA EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA E ÁREA
URBANA**

JOSÉ LUIZ PONTES DA SILVA JÚNIOR

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

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2011**

**DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E ASPECTOS DA NIDIFICAÇÃO DE
ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) NÃO SOCIAIS EM NINHOS-
ARMADILHA EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA E ÁREA
URBANA**

JOSÉ LUIZ PONTES DA SILVA JÚNIOR

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

Orientadora: Dra. Maria Cristina Gaglianone

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

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2011**

**DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E ASPECTOS DA NIDIFICAÇÃO DE
ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) NÃO SOCIAIS EM NINHOS-
ARMADILHA EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA E ÁREA
URBANA**

JOSÉ LUIZ PONTES DA SILVA JÚNIOR

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

Comissão Examinadora:

Ana Paula Madeira Di Beneditto (Doutora em Biociências e Biotecnologia) – UENF

Fernando Cesar Vieira Zanella (Doutor em Entomologia) – UFCG

Magali Hoffmann (Doutora em Entomologia) – UENF

Orientadora: Maria Cristina Gaglianone (Doutora em Entomologia) – UENF

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

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2011**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, minha irmã e a Gislaine. Sem vocês nada seria possível!

À Dra. Maria Cristina Gaglianone pela orientação.

Aos membros do Comitê de Acompanhamento, Dra. Ana Maria Matoso Viana Bailez e Dra. Magali Hoffmann pelas contribuições ao longo do trabalho.

Aos participantes da banca Dra. Ana Paula Madeira Di Benedetto, Dr. Fernando Cesar Vieira Zanella e Dra. Magali Hoffmann por terem aceitado o convite.

Ao Dr. Ronaldo Novelli por aceitar ser o revisor deste trabalho.

Ao Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo e o doutorando Marcel Gustavo Hermes, ambos da UFPR, Dr. Marcio Luiz de Oliveira (INPA) e Dr. Antonio D. Brescovit (Instituto Butantan), pela identificação das vespas, abelhas e aranhas.

Ao Dr. Carlos Eduardo de Rezende e ao Dr. Marco Antonio Pedlowski, pelo apoio fundamental para que eu superasse certos obstáculos acadêmicos.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense, ao PROCAD/CAPES e à FAPERJ pelo apoio logístico e financeiro para a realização deste trabalho.

Ao Sr. Nelson Lamego pela autorização para trabalhar na fazenda Airises.

Aos meus colegas de laboratório pela amizade e contribuição neste trabalho.

A todos os companheiros do Laboratório de Ciências Ambientais (LCA).

Aos meus amigos Pedro e Douglas, pela grande amizade.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de figuras – capítulo I	viii
Lista de figuras – capítulo II	x
Lista de figuras – capítulo III	xi
Lista de tabelas – capítulo I	xiii
Lista de tabelas – capítulo II	xiv
Lista de tabelas – capítulo III	xv
Introdução geral	01
Capítulo I - Guilda de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha em áreas com diferentes impactos antrópicos no norte do estado do Rio de Janeiro	04
Capítulo II - Comportamento de nidificação de duas espécies de <i>Centris</i> (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em áreas com diferentes impactos antrópicos	34
Capítulo III - Comparação de aspectos ecológicos de <i>Trypoxylon</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>lactitarse</i> Sausurre (Hymenoptera, Crabronidae, Trypoxilini) em duas áreas com diferentes impactos antrópicos	58
Considerações finais	96
Referências bibliográficas	98

RESUMO

A urbanização, a expansão agrícola e a fragmentação de áreas nativas, assim como outros processos antrópicos, diminuem a diversidade de abelhas e vespas, alteram a disponibilidade de recursos e influenciam na dinâmica populacional. Este estudo foi realizado em duas áreas com diferentes impactos antrópicos, um fragmento florestal e uma área urbana, utilizando na amostragem ninhos-armadilha de bambu e cartolina para os insetos construírem seus ninhos. O trabalho é apresentado em três capítulos, que tiveram como principais conclusões: Capítulo I - a composição de espécies foi distinta entre as áreas e algumas espécies foram restritas a um dos dois ambientes; a diversidade de espécies foi menor no fragmento florestal, onde ocorreu grande número de espécies comuns em habitats antrópicos; Capítulo II – *Centris analis* e *Centris tarsata* apresentaram maior abundância de ninhos em diferentes períodos do ano e não ocorreu sobreposição no uso dos substratos e diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados; os dados indicam a possibilidade de manejo das duas espécies na região; Capítulo III - populações de *Trypoxylon lactitarse* apresentaram similaridade quanto ao período de nidificação, tipos de casulos produzidos e preferência por presas da família Araneidae nas duas áreas de estudo, mas divergiram quanto à diversidade de presas e a características reprodutivas tais como tamanho da prole, número e volume das células de cria.

Palavras-chave: Aculeata, ninhos-armadilha, impacto antrópico, comunidade.

ABSTRACT

Urbanization, agricultural expansion and fragmentation of native forests, as well as other anthropogenic processes, reduce the diversity of bees and wasps, alter the availability of resources and influence on population dynamics. This study was conducted in two areas with different human impacts, a forest fragment and an urban area, using in the sampling trap nests of bamboo and cardboard where insects build their nests. The work is presented in three chapters, which had as their main conclusions: Chapter I - species composition was distinct between areas and some species were restricted to one of two environments, species diversity was lower in the forest fragment, where occurred a higher number of species common in anthropogenic habitats, Chapter II - *Centris analis* and *Centris tarsata* had greater abundance of nests at different periods of the year and there was no overlap in the use of substrates and diameters of the trap-nests used, the data indicate the possibility of management two species in the region; Chapter III - populations of *Trypoxylon lactitarse* was similar on nesting period, types of cocoons produced and preference for prey of the family Araneidae in the areas of study, but differs on the diversity of prey and reproductive characteristics such as size of offspring, number and volume of brood cells.

Key-words: Aculeata, trap-nests, anthropic impact, community.

LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO I

- Figura 1** – Mata do Mergulhão. a) Sítios amostrais (○); b) vista dos dois fragmentos separados por capim; c) vista geral da mata; d) detalhe de uma espécie herbácea. 11
- Figura 2** – *Campus* da UENF. a) Vista geral com indicação do sítio amostral (○); b) espécie arbórea; c) vista lateral; d) vista frontal; e) espécie arbórea ipê-amarelo. 11
- Figura 3** – Parâmetros climáticos (temperatura média °C, umidade relativa média do ar em % e pluviosidade total mensal em mm) de Campos dos Goytacazes no período de maio de 2007 a agosto de 2008 (dados obtidos de Silva-Júnior, 2008). 12
- Figura 4** – Parâmetros climáticos (temperatura média °C, umidade relativa média do ar em % e pluviosidade total mensal mm) de Campos dos Goytacazes no período de maio de 2009 a agosto de 2010. Dados fornecidos pela Estação Climatológica da Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental, Cefet/Campos. 12
- Figura 5** – Ninhos-armadilha instalados na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ: a) ninhos de bambu em garrafas PET, b) ninhos de cartolina inseridos em placa de madeira. 14
- Figura 6** – Número de ninhos fundados por abelhas e vespas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina. 16
- Figura 7** – Espécies dominantes em número de ninhos fundados e emergências na Mata do Mergulhão: A) *C. analis* e B) *T. lactitarse*. Números na régua inferior indicam o tamanho em mm do adulto em um aumento de 8x no estereomicroscópio. 18
- Figura 8** – Número de ninhos fundados por abelhas e vespas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina. 19
- Figura 9** – Número de ninhos fundados de espécies de abelhas e vespas mais abundantes registradas no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 por Silva-Júnior (2008). NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina. 19
- Figura 10** – Número de emergências de abelhas e vespas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. 20
- Figura 11** – Número de emergências de espécies de abelhas e vespas mais abundantes registradas no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 por Silva-Júnior (2008). 21

- Figura 12** – Frequência relativa de ninhos fundados por família de Hymenoptera que foram atacados por inimigos naturais ao longo do período de estudo no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão. 22
- Figura 13** – Ocorrência das famílias de inimigos naturais e número de ninhos de vespas e abelhas atacados no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. 22
- Figura 14** – Espécies de abelhas comuns a Mata do Mergulhão e ao *campus* da UENF, em ninhos-armadilha: A) *C. analis* e B) *E. cordata*. Números na régua inferior indicam o tamanho em mm do adulto em um aumento de 8x no estereomicroscópio. 25
- Figura 15** – Espécies de vespas comuns a Mata do Mergulhão e ao *campus* da UENF, em ninhos-armadilha: A) *T. lactitarse* e B) *Trypoxylon* sp1. Números na régua inferior indicam o tamanho em mm do adulto em um aumento de 8x no estereomicroscópio. 25
- Figura 16** – Curva de acumulação de espécies em ninhos-armadilha na Mata do Mergulhão, em relação ao esforço amostral. 26
- Figura 17** – Curva de acumulação de espécies em ninhos-armadilha no *campus* da UENF, em relação ao esforço amostral (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008). 26

LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO II

- Figura 1** – Variação nos índices mensais de pluviosidade (mm), temperatura média (°C) e frequência de ninhos de *Centris analis* e *Centris tarsata* coletados no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008). NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina. 43
- Figura 2** – Variação nos índices mensais de pluviosidade (mm), temperatura média (°C) e frequência de ninhos de *Centris analis* coletados na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina. 43
- Figura 3** – Frequência de emergência de *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (*) entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão (**) entre maio de 2009 e agosto de 2010. 44
- Figura 4** – Distribuição dos sexos nos ninhos fundados por *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (*) (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão (**). A numeração das células foi feita a partir da mais interna na cavidade, ou seja, a primeira a ser construída. 45
- Figura 5** – Intervalo em dias (–) entre a coleta (○) do ninho, a primeira e a última emergência (●) de indivíduos produzidos em ninhos de *Centris tarsata* fundados no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008). 46
- Figura 6** – Intervalo em dias (–) entre a coleta (○) do ninho, a primeira e a última emergência (●) de indivíduos produzidos em ninhos de *Centris analis* fundados no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008). 47
- Figura 7** – Intervalo em dias (–) entre a coleta (○) do ninho, a primeira e a última emergência (●) de indivíduos produzidos em ninhos de *Centris analis* fundados na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. 47
- Figura 8** – Variação nos diâmetros dos ninhos-armadilha de cartolina e bambu utilizados por *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (*) (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão (**). 49
- Figura 9** – Número de células fundadas em ninhos de cartolina e bambu por *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão, durante o período de estudo. 50

LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO III

- Figura 1** – Rancho entomológico no *campus* da UENF: a) ninhos de bambu em garrafas PET, b) ninhos de cartolina inseridos em placa de madeira. 65
- Figura 2** – Número de ninhos fundados por *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. 69
- Figura 3** – Variação no número de células construídas em ninhos de *T. lactitarse* obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão no período de estudo. 70
- Figura 4** – Número de emergências de *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. 71
- Figura 5** – Distribuição dos sexos nos ninhos fundados por *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão e número de indivíduos total analisado para cada célula. A numeração das células foi feita a partir da mais interna na cavidade, ou seja, a primeira a ser construída. 72
- Figura 6** – Relação entre o volume das células de cria (cm³) e o tamanho dos emergentes (mm) de fêmeas (1) e machos (2) em ninhos de *T. lactitarse* fundados no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B). 74
- Figura 7** – Tipos de casulos encontrados nas células de cria de *T. lactitarse*: casulos com extremidade anterior expandida (à esquerda) e arredondada (à direita). 75
- Figura 8** – Volume dos casulos (cm³) de *T. lactitarse* e os diferentes tipos de casulos dos ninhos coletados no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B). O retângulo representa o intervalo de 95% de confiança, a linha horizontal no interior do retângulo representa a média, e a linha vertical limita os valores máximo e mínimo. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tipos de casulos ($p < 0,05$). 77
- Figura 9** – Espécies mais abundantes de aranhas capturadas por *T. lactitarse* no *campus* da UENF. J = jovem, M = macho, F = fêmea. 79
- Figura 10** – Número de células provisionadas com as espécies de presas mais frequentemente capturadas por *T. lactitarse* no *campus* da UENF entre maio de 2009 e maio de 2010. Valores acima das barras indicam total de presas nas células. 79
- Figura 11** – Número de células provisionadas com as espécies de presas mais frequentemente capturadas por *T. lactitarse* na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e maio de 2010. Valores acima das barras indicam total de presas nas células. 80

- Figura 12** – Distribuição de freqüência do número de aranhas depositadas em células de cria por *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e maio de 2010. 81
- Figura 13** – Relação entre o número de aranhas depositadas nas células de cria e a biomassa (mg) destas aranhas em ninhos fundados por *T. lactitarse* no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B), entre maio de 2009 e maio de 2010. 82
- Figura 14** – Relação entre o volume das células de cria (cm³) e a biomassa (mg) de aranhas depositadas em ninhos fundados por *T. lactitarse* no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B), entre maio de 2009 e maio de 2010. 83
- Figura 15** – Espécies e respectivos números de indivíduos de aranhas nas células de cria de *T. lactitarse* analisadas no *campus* da UENF entre maio de 2009 e maio de 2010. 84
- Figura 16** – Espécies e respectivos números de indivíduos de aranhas nas células de cria de *T. lactitarse* analisadas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e maio de 2010. 84

LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO I

- Tabela 1** – Composição, riqueza, abundância e razão sexual das espécies amostradas na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ, e os respectivos dados coletados no *campus* da UENF por Silva-Júnior (2008). 17
- Tabela 2** – Inimigos naturais amostrados na Mata do Mergulhão e no *campus* da UENF por Silva-Júnior (2008), seus respectivos hospedeiros e número de ninhos atacados. 23
- Tabela 3** – Abundância, riqueza das espécies fundadoras de ninhos e índices de diversidade da guilda de abelhas e vespas na Mata do Mergulhão (este trabalho) e no *campus* da UENF (dados de Silva-Júnior, 2008). 24
- Tabela 4** – Estimadores de riqueza de espécies (Jackknife) em ninhos-armadilha nas duas áreas amostradas. 25

LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO II

- Tabela 1** – Principais medidas estruturais dos ninhos de *Centris analis* e *Centris tarsata* em ninhos-armadilha no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ. Valores apresentados em média \pm desvio padrão. 51
- Tabela 2** – Mortalidade de *Centris analis* e *Centris tarsata* a em ninhos-armadilha no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ. 53

LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO III

- Tabela 1** – Comparação entre o volume da célula de cria (cm^3) e o tamanho (mm) de fêmeas e machos de *T. lactitarse* emergentes de ninhos obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão. Valores apresentados em média \pm desvio padrão. 74
- Tabela 2** – Número de fêmeas e machos emergentes dos dois tipos de casulos em ninhos de *T. lactitarse* obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e agosto de 2010. 75
- Tabela 3** – Comparação entre o volume do casulo (cm^3) e o volume da célula de cria (cm^3) dos diferentes casulos encontrados em ninhos de *T. lactitarse* obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão. Valores apresentados em média \pm desvio padrão. 77
- Tabela 4** – Composição de espécies e número de aranhas jovens (J), machos (M) e fêmeas (F) depositadas por *T. lactitarse* em ninhos no *campus* da UENF (n = 27 células) e na Mata do Mergulhão (n = 41 células), entre maio de 2009 e maio de 2010. 78
- Tabela 5** – Abundância, riqueza e índices de diversidade de aranhas na dieta de *T. lactitarse* em dois habitats. 85
- Tabela 6** – Lista das espécies de aranhas e seus respectivos índices de dominância (D) no provisionamento de células de *T. lactitarse*, nas duas áreas de estudo. 86
- Tabela 7** – Mortalidade de *T. lactitarse* a partir dos ninhos coletados no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e maio de 2010. 87

INTRODUÇÃO GERAL

O processo de urbanização afeta diferentemente os vários grupos animais. Algumas espécies de abelhas silvestres que ocorrem em áreas urbanas, por exemplo, podem ser favorecidas por recursos alimentares fornecidos pelas flores cultivadas (Taura & Laroca, 2001), enquanto outras são excluídas devido a fatores como competição com abelhas exóticas tais como *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 ou ausência de locais de nidificação (Roubik, 1996). A crescente ocupação humana e a rápida expansão das cidades têm provocado alterações na riqueza e abundância dos polinizadores devido, principalmente, a expansão agrícola e a fragmentação dos habitats (Vamosi *et al.*, 2006), afetando diretamente a polinização de diversas espécies vegetais nativas.

As abelhas e vespas podem responder mais rapidamente às mudanças do ambiente relacionadas à urbanização, do que vertebrados, por exemplo, devido ao seu período curto de vida e grande sensibilidade a alterações de temperatura, luminosidade e umidade, que podem variar de acordo com o nível de urbanização (Schüepp *et al.*, 2010). Assim, informações sobre a resposta desses insetos a diferentes níveis de urbanização podem ser utilizadas para amenizar o impacto do processo de urbanização nos biótopos naturais (Zanette, 2001). Uma assembléia de abelhas em área urbana pode desempenhar importante papel na polinização de plantas locais ou ainda interagir com populações animais ou vegetais em áreas nativas próximas. Sendo assim, o estudo dos efeitos destes impactos ambientais justifica-se tendo em vista não apenas a conservação destas comunidades, mas também a de diferentes grupos de organismos com os quais as abelhas interagem (Morato, 2004).

Alguns estudos preliminares sobre abelhas verificaram a diminuição na abundância e na riqueza de espécies em ambientes mais urbanizados e sob crescente impacto da ocupação humana (Laroca *et al.*, 1982; Knoll *et al.*, 1994). Em uma área urbana no município de Curitiba/PR, foi verificada uma perda de cerca de 50% das espécies de abelhas entre 1986 e 1993 (Taura & Laroca, 2001). Portanto, o monitoramento destas abelhas e vespas pode levar à obtenção de dados da situação atual da comunidade que também servirão de base para analisar alterações em longo prazo.

Apesar das florestas tropicais abrangerem grande parte da biodiversidade da biota mundial, é um dos habitats mais ameaçados e que sofre um intenso processo de devastação, que não ocorre uniformemente, já que algumas áreas são mais afetadas do que outras (Dirzo & Raven, 2003).

A Mata Atlântica brasileira é considerada um dos 34 “hotspots” do mundo devido à alta diversidade biológica e à grande devastação de sua cobertura vegetal (Pinto & Brito, 2005; Conservation International, 2011). Há décadas a Mata Atlântica vem sendo devastada para implantação de monoculturas, como a cana-de-açúcar, restando atualmente menos de 7% da floresta original que estão divididos em fragmentos isolados (Fundação SOS Mata Atlântica, 2009). Nestes fragmentos florestais pode haver diminuição no fluxo de animais, pólen ou sementes, além de alterações dos processos biológicos que podem ser determinadas pela borda, tipo de vizinhança, grau de isolamento e tamanho do fragmento (Benedetti & Zani Filho, 1993; Thomazini & Thomazini, 2000).

Segundo Morato (2004), a variação do grau de perturbação pode afetar a riqueza de espécies de abelhas e vespas através da competição e da manutenção da heterogeneidade estrutural do ambiente. Os distúrbios nos componentes dos habitats alteram a composição da comunidade de polinizadores, e esta mudança afetará a regeneração de determinadas espécies de plantas e em longo prazo a composição florística da área (Potts *et al.*, 2001; Samejima *et al.*, 2004). Além disso, com o surgimento de novas condições nestas áreas fragmentadas as populações de algumas espécies são favorecidas e de outras prejudicadas ou extintas (Laroca *et al.*, 1982).

Diversas espécies de abelhas e vespas precisam de locais não perturbados para nidificarem, acasalarem e forragearem, sendo assim susceptíveis à degradação e a fragmentação de habitats uma vez que suas populações possuem notável sensibilidade às mudanças ambientais, além de especialização quanto ao habitat e recursos alimentares (Westrich, 1996; Daly *et al.*, 1998). Segundo Patricio *et al.* (2007) o tamanho, formato, distribuição espacial dos fragmentos de vegetação nativa, conectividade entre esses fragmentos e natureza da matriz na qual estão inseridos são fatores que determinam a qualidade dos habitats para polinizadores.

Os processos de devastação e fragmentação dos ecossistemas nativos interferem na riqueza e composição de espécies, densidade populacional e estrutura da comunidade de abelhas e vespas, e áreas antrópicas podem apresentar

condições muito alteradas de disponibilidade de recursos florais e de locais de nidificação (Melo *et al.*, 2006; Steffan-Dewenter *et al.*, 2006). Além disso, a fauna de abelhas nestes sistemas pode ser muito distinta da encontrada em ambientes nativos, ocorrendo de maneira geral menor riqueza ou até mesmo ausência de espécies especialistas e o domínio de espécies generalistas (Samejima *et al.*, 2004). Segundo Zanette (2005), áreas urbanizadas podem ser habitats adequados para a presença de determinadas espécies de abelhas, dependendo das suas necessidades alimentares e seus hábitos de nidificação.

Portanto, estudos envolvendo a biodiversidade de abelhas e vespas em pequenos fragmentos florestais, sob influência antrópica podem ser importantes na obtenção de dados que poderão ser utilizados no desenvolvimento de estratégias para a conservação da fauna destes insetos e da flora associada.

Este trabalho é apresentado a seguir em três capítulos:

- **Capítulo I:** A guilda de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha foi analisada em um pequeno fragmento florestal de Mata Atlântica e comparada com dados obtidos por Silva-Júnior (2008) em uma área urbana próxima.
- **Capítulo II:** Aspectos populacionais de duas espécies de *Centris* foram investigados em áreas com diferentes impactos antrópicos no Norte Fluminense, um fragmento de Mata Atlântica e uma área urbana, distantes 3 km entre si.
- **Capítulo III:** Aspectos populacionais de *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, 1867 foram obtidos e comparados entre as duas áreas analisadas nos capítulos anteriores.

CAPÍTULO I

Guilda de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha em áreas com diferentes impactos antrópicos no norte do estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

Resumo	06
Abstract	07
1. Introdução	08
2. Objetivos	09
2.1 Objetivo geral	09
2.2 Objetivos específicos	09
3. Hipóteses	09
4. Materiais & Métodos	10
4.1 Áreas de estudo	10
4.2 Coleta de dados	13
4.2.1 Ninhos-armadilha	13
4.3 Análise de dados	14
5. Resultados	16
5.1 Nidificações: utilização dos ninhos-armadilha	16
5.2 Emergências: composição, riqueza, abundância e razão sexual	16
5.3 Sazonalidade na nidificação em ninhos-armadilha	18
5.4 Sazonalidade na emergência	20
5.5 Inimigos naturais associados: espécies, frequência e sazonalidade	21
5.6 Diversidade, uniformidade e similaridade de espécies entre as áreas	24
6. Discussão	27
6.1 Composição, riqueza, diversidade e dominância de espécies	27
6.2 Sazonalidade de nidificação e emergência	31
6.3 Inimigos naturais	32
7. Conclusão	33

RESUMO

Em áreas com interferência humana, a fauna de Aculeata não sociais pode ser muito distinta da encontrada em ambientes naturais. Este trabalho teve como objetivo comparar a guilda de abelhas e vespas que nidificam em cavidades preexistentes em duas áreas com diferentes impactos antrópicos: um fragmento de floresta secundária (Mata do Mergulhão) e o *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), distantes 3 km entre si. Para a coleta de dados foram utilizados dois tipos de ninhos-armadilha: gomos de bambu e tubos de cartolina, com diâmetros de dois a 23 mm. Os dados na UENF foram coletados entre mai/07 e ago/08 por Silva-Júnior (2008), e na Mata do Mergulhão entre mai/09 e ago/10 neste trabalho. Um total de 101 ninhos (38%) de sete espécies de abelhas e 163 ninhos (62%) de seis espécies de vespas foi obtido na UENF, principalmente na estação chuvosa (75% dos ninhos coletados), emergindo destes 213 abelhas, 134 vespas e 53 inimigos naturais. Já na Mata do Mergulhão foram coletados 27 ninhos (85% de cartolina) de três espécies de abelhas e 111 ninhos (53% de bambu) de quatro espécies de vespas, também ocorrendo maior pico de nidificação (88% dos ninhos coletados) na estação chuvosa, emergindo ao todo 32 abelhas, 183 vespas e 13 inimigos naturais. Ao contrário do esperado, a área da UENF apresentou maiores índices de diversidade e equitatividade ($H = 2,16$; $E = 0,84$) do que a Mata do Mergulhão ($H = 1,10$; $E = 0,57$), porém estes não foram significativos para a diversidade ($t = 1,38$; $p = 0,18$). As duas áreas apresentaram baixa similaridade ($J = 25\%$), com ocorrência de apenas quatro espécies em comum. Destas, *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) e *Euglossa (Euglossa) cordata* Linnaeus, 1758, foram dominantes na Mata do Mergulhão, enquanto que no *campus* da UENF *Megachile (Chrysosarus) affabilis* Mitchell, 1930 e *Trypoxylon (Trypargilum) sp1* foram dominantes. *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, 1867 foi muito abundante nas duas áreas. Algumas espécies como *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Megachile (Melanosarus) nigripennis* Spinola, 1841 só ocorreram em ambiente impactado e em área florestal, respectivamente. Embora a riqueza de vespas e abelhas na Mata do Mergulhão seja pequena, este fragmento ainda abriga espécies típicas de ambiente florestal e sua conservação é importante.

Palavras-chave: Aculeata, ninhos-armadilha, ambiente antrópico, comunidade.

ABSTRACT

In antropic areas the solitary Aculeata fauna can be quite distinct from that found in native environments. This study aimed to characterize the guild of bees and wasps that nest in preexisting cavities in two areas with different anthropic impact: a secondary forest fragment (Mata do Mergulhão) and the *campus* of Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), distant 3 km. To collect data were used two types of trap-nests: bamboo canes and cardboard tubes, with diameters between two and 23 mm. The data from UENF were collected between may/07 and aug/08 by Silva-Júnior (2008), and in the forest fragment from mai/09 to ago/10. A total of 101 nests (38%) of seven bee species and 163 nests (62%) of six wasps species was obtained at UENF, especially in the rainy season (75% of nests collected), emerging from these 213 bees, 134 wasps and 53 natural enemies. In the forest fragment were collected 27 nests (85% cardboard) from three bee species and 111 nests (53% bamboo) of four wasps species, also with a higher nesting peak (88% of nests collected) in the rainy season, emerging 32 bees, 183 wasps and 13 natural enemies. Contrary to expectations, the UENF *campus* showed higher levels of diversity and evenness ($H = 2,16$; $E = 0,84$) than the forest fragment ($H = 1,10$; $E = 0,57$), but these were not significant for diversity ($t = 1,38$; $p = 0,18$). The two areas showed a low similarity ($J = 25\%$), with occurrence of only four species in common. Of these, *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) and *Euglossa (Euglossa) cordata* Linnaeus, 1758 were dominant in the forest fragment, while in UENF *campus* *Megachile (Chrysosarus) affabilis* Mitchell, 1930 and *Trypoxylon (Trypargilum) sp1* were dominant. *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, 1867 was very abundant in both areas. Some species such as *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 and *Megachile (Melanosarus) nigripennis* Spinola, 1841 occurred only in impact area and forest habitat, respectively. Although the richness of wasps and bees in the forest fragment is low, this fragment still harbors species typical of forest environment and its conservation is important.

Key-words: Aculeata, trap-nests, anthropic environment, community.

1 Introdução

Estudos realizados sobre as comunidades de abelhas e vespas em diversos ecossistemas no Brasil têm revelado a ocorrência de um número relativamente grande de espécies que apresentam o comportamento de construir seus ninhos em cavidades preexistentes, o que permitiu a utilização da técnica de ninhos-armadilha. Esta técnica consiste de substratos lineares com uma cavidade central oferecida às abelhas e vespas como local de nidificação. Há diversos tipos de ninhos-armadilha utilizados, porém os mais empregados são blocos de madeira perfurados e revestidos internamente com tubos de cartolina, além de gomos de bambu (Garófalo *et al.*, 2004).

Uma das vantagens da técnica de ninhos-armadilha é a obtenção de diversos dados como composição e riqueza de espécies, tamanho populacional e parasitismo, auxiliando no entendimento da dinâmica de populações e estrutura de comunidades destes insetos, e no estudo do comportamento de nidificação (Roubik, 1989; Garófalo, 2000). Além disso, a possibilidade de obtenção de formas jovens pode levar ao conhecimento de informações importantes como estádios e tempo de desenvolvimento e análise da arquitetura dos ninhos (Morato & Campos, 2000).

Apesar da importância que áreas antropizadas desempenham na manutenção dos ecossistemas terrestres, seu papel na conservação da fauna tem sido pouco abordado em relação às abelhas e vespas (Morato, 2004), sendo ainda escassos os estudos sobre ecologia destes grupos em áreas com interferência humana (Loyola & Martins, 2006; Silva-Júnior, 2008). É sabido que há uma tendência de áreas preservadas terem uma maior diversidade de abelhas e vespas do que áreas impactadas devido à maior sensibilidade de algumas espécies aos efeitos da fragmentação e urbanização, como a diminuição de fontes de alimento e a falta de locais adequados para a nidificação, dificultando assim a permanência destas espécies nestes habitats (Hernandez *et al.*, 2009). Além disso, uma área antrópica muitas vezes não apresenta os recursos necessários para a manutenção de populações destas espécies.

No contexto deste trabalho, a Mata do Mergulhão é uma área florestal, com aproximadamente 100 espécies vegetais arbóreas (Silva *et al.*, 2008) enquanto que o *campus* da UENF é uma área urbana com cerca de 60 espécies arbóreas e herbáceas (Silva-Neto, 2008).

Os dados obtidos no capítulo ajudarão a responder as seguintes questões:

- Um pequeno fragmento florestal impactado pode apresentar alta riqueza e diversidade de espécies de abelhas e vespas?
- A composição de espécies de abelhas e vespas em um pequeno fragmento florestal impactado difere da observada em um ambiente urbano próximo?
- Há um grande número de espécies comuns entre áreas florestais e áreas antropizadas próximas?

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral:

- Analisar comparativamente a guilda de abelhas e vespas que nidificam em cavidades preexistentes em um fragmento florestal de Mata Atlântica impactado e uma área antrópica próxima.

2.2 Objetivos específicos:

- Analisar os padrões de composição, riqueza, sazonalidade e diversidade de espécies de abelhas e vespas na Mata do Mergulhão;
- Comparar estes parâmetros estudados na Mata do Mergulhão com aqueles descritos em Silva-Júnior (2008) para o *campus* da UENF, distante 3 km da primeira área.

3 Hipóteses

- Um pequeno fragmento urbano de Mata Atlântica, como a Mata do Mergulhão, apresenta maior diversidade de abelhas e vespas que nidificam em cavidades pré-existentes do que uma área urbana, como o *campus* da UENF.
- A composição e dominância de espécies são distintas entre as áreas estudadas, relacionadas com a fisionomia e composição florística diferentes, independentemente da grande proximidade entre as áreas.

4 Materiais & Métodos

4.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas localizadas na cidade de Campos dos Goytacazes, no norte do Estado do Rio de Janeiro: (i) fragmento florestal denominada localmente como Mata do Mergulhão (Fig. 1) e (ii) *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF (Fig. 2). As áreas estão distantes entre si por 3 km.

A Mata do Mergulhão (21°46'41,61"S 41°15'38,61"W) é formada por dois fragmentos de Mata Atlântica de baixada aluvial, separados por 73 m de capim, totalizando uma área de 18 ha (Silva *et al.*, 2008). Está inserida em uma matriz de cana de açúcar e pasto, sendo parte de uma propriedade particular, a Fazenda Airises. Atualmente, a plantação de cana de açúcar encontra-se abandonada, não ocorrendo uso de agrotóxicos ou outras práticas agrícolas. Entre 1986 e 2001, a Mata do Mergulhão sofreu redução de 21% de sua área total, devido principalmente a agropecuária e cultivo de cana-de-açúcar (Ferreira, 2004). Apesar da devastação, a Mata do Mergulhão ainda apresenta uma considerável riqueza de espécies vegetais arbóreas (~100 spp), estando dentre os maiores valores de diversidade observados para florestas de baixada aluvial na região. Dentre as 32 famílias vegetais arbóreas as mais abundantes são Nyctaginaceae e Fabaceae, sendo que a espécie mais representativa é *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Silva *et al.*, 2008).

O *campus* da UENF (21°45'39,40"S 41°17'27,56"W) tem uma área total de 48 ha, e apresenta vegetação predominantemente herbáceo-arbustiva e algumas espécies arbóreas, como o ipe-amarelo (*Handroanthus chrysotricha* Mart.) e a acerola (*Malpighia glabra* Linn). A vegetação do *campus* encontra-se em constante modificação devido a ações de limpeza, poda de árvores e novas construções. Dois trabalhos sobre comunidades de abelhas e vespas foram realizados recentemente no *campus* da UENF: Silva-Júnior (2008) utilizando ninhos-armadilhas amostrou sete espécies de abelhas e seis de vespas em 16 meses de coleta, enquanto Silva-Neto (2008) através da coleta com rede entomológica amostrou 50 espécies de abelhas visitantes florais em 12 meses de coleta.

O município de Campos dos Goytacazes é considerado uma área crítica do estado do Rio de Janeiro por possuir apenas 6% de sua cobertura florestal original

(Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2009). O clima da região pela classificação de Köppen é do tipo Aw, quente e úmido, com estação chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro) (RadamBrasil, 1983) (Fig. 3 e Fig. 4).



Figura 1 – Mata do Mergulhão. a) Sítios amostrais (○); b) vista dos dois fragmentos separados por capim; c) vista geral da mata; d) detalhe de uma espécie herbácea.



Figura 2 – Campus da UENF. a) Vista geral com indicação do sítio amostral (○); b) espécie arbórea; c) vista lateral; d) vista frontal; e) espécie arbórea ipê-amarelo.

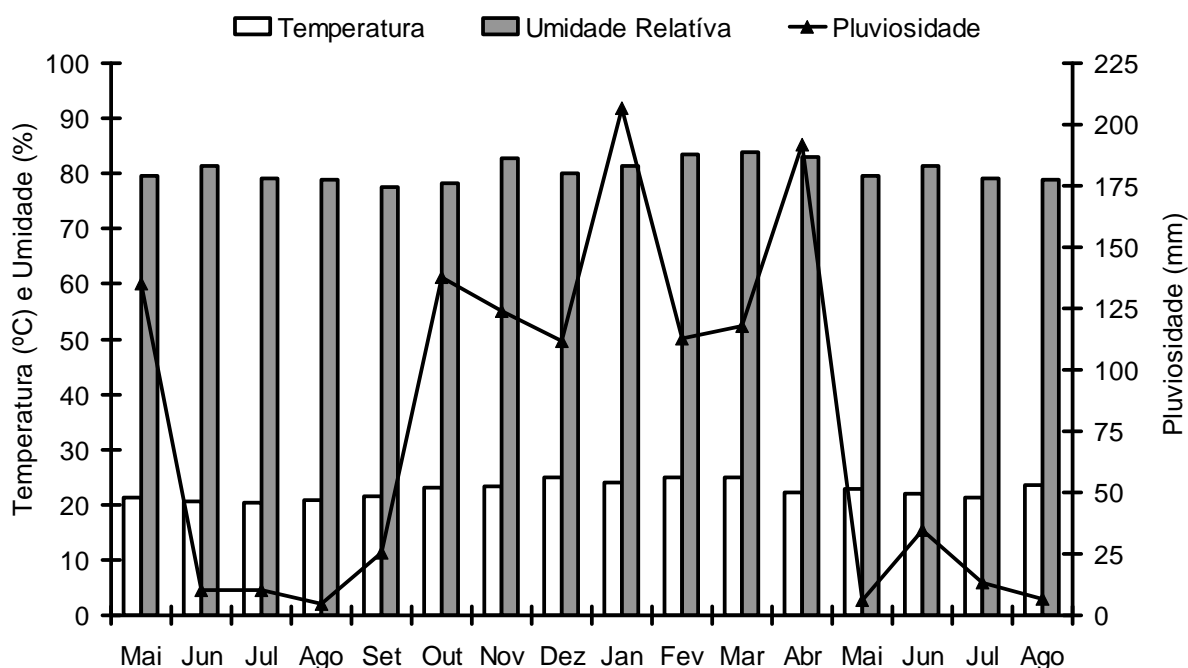


Figura 3 – Parâmetros climáticos (temperatura média °C, umidade relativa média do ar em % e pluviosidade total mensal em mm) de Campos dos Goytacazes no período de maio de 2007 a agosto de 2008 (dados obtidos de Silva-Júnior, 2008).

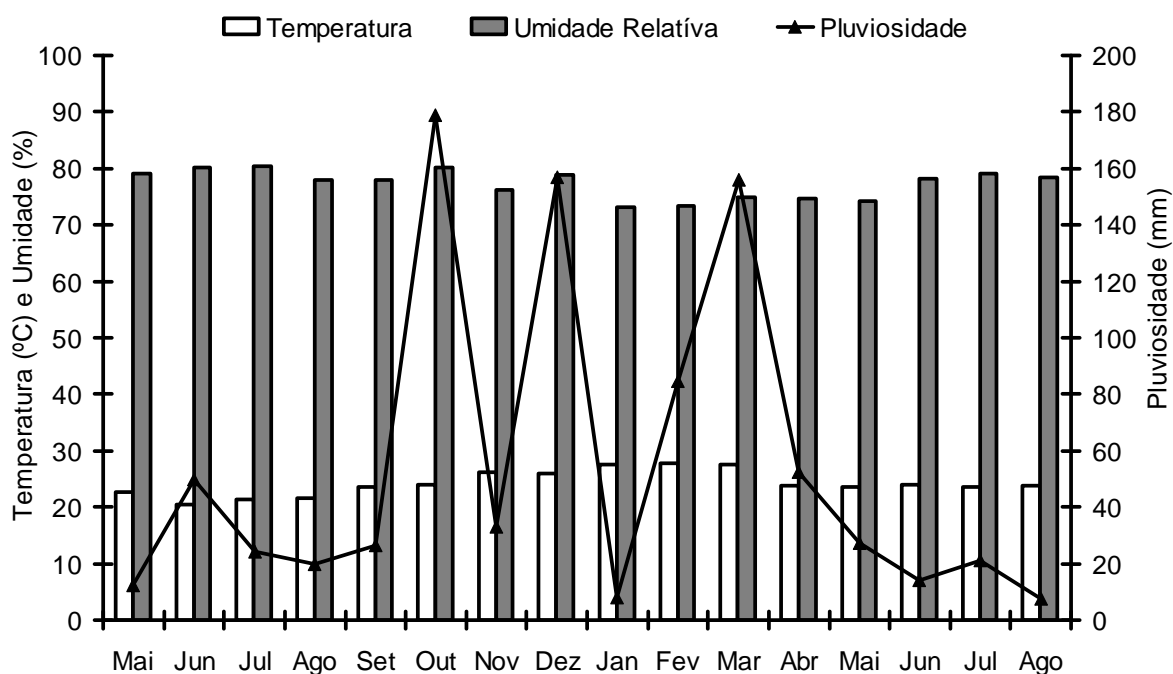


Figura 4 – Parâmetros climáticos (temperatura média °C, umidade relativa média do ar em % e pluviosidade total mensal mm) de Campos dos Goytacazes no período de maio de 2009 a agosto de 2010. Dados fornecidos pela Estação Climatológica da Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental, Cefet/Campos.

4.2 Coleta de dados

Dados de composição (elenco das espécies amostradas), riqueza (número de espécies), abundância (número de ninhos ou emergentes por espécie) e sazonalidade das espécies na Mata do Mergulhão foram obtidos mensalmente entre maio de 2009 e agosto de 2010.

No *campus* da UENF, os mesmos dados, coletados entre maio de 2007 e agosto de 2008 (período mais restrito do que o apresentado na monografia do autor, obtendo assim, uma padronização entre os estudos), foram extraídos de Silva-Júnior (2008), e são apresentados comparativamente neste capítulo.

4.2.1 Ninhos-armadilha

Foram utilizados dois tipos de ninhos-armadilha: gomos de bambu, fechados pelo próprio nó em uma das extremidades, arranjados em feixes (em média 17 gomos por feixe) dentro de secções de garrafas PET de 2L e tubos de cartolina preta, fechados em uma das extremidades com o mesmo material, inseridos em orifícios em placas de madeira (45 orifícios em cada placa).

Para abranger a heterogeneidade espacial da Mata do Mergulhão, um total de 180 ninhos-armadilha de cada substrato (bambu e cartolina) foram disponibilizados em quatro sítios amostrais: em cada sítio, três garrafas PET e um bloco de madeira foram presos a 1,5m de altura, amarrados em árvores ou presos em estacas, separados entre si por 2m (Fig. 1; Fig. 5). No *campus* da UENF, Silva-Júnior (2008) disponibilizou a mesma quantidade de cavidades, porém em apenas um único ponto amostral, em um racho entomológico (Fig. 1, capítulo III).

Os diâmetros internos dos ninhos-armadilha de bambu e cartolina variaram entre 2-4mm, 4-6mm, 6-8mm, e acima de 10mm. A variação do comprimento total dos ninhos-armadilha foi de 15 a 27 cm para bambu e 8 a 9 cm para cartolina.



Figura 5 – Ninhos-armadilha instalados na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ: a) ninhos de bambu em garrafas PET, b) ninhos de cartolina inseridos em placa de madeira.

Os ninhos-armadilha foram vistoriados mensalmente. Os ninhos concluídos, identificados principalmente pela presença do tampão de fechamento, foram coletados e colocados dentro de tubos de mangueiras transparentes com as extremidades vedadas por algodão. Para cada ninho coletado foi feita uma etiqueta de identificação contendo numeração seqüencial, o local e a data de coleta. Estes foram substituídos por novos ninhos-armadilha no campo.

Os ninhos concluídos foram levados ao Laboratório de Ciências Ambientais – LCA/UENF para emergência. A razão sexual foi determinada dividindo-se o número de fêmeas pelo número de machos obtidos para cada espécie durante o período de amostragem. Espécies de vespas e abelhas foram fotografadas com uma máquina digital acoplada a um estereomicroscópio em aumento de 8x.

4.3 Análise dos dados

A eficiência do esforço amostral na representatividade da comunidade nas duas áreas de estudo foi testada através de curvas do coletor, utilizando-se o programa EstimateS 8 (Colwell, 2006) e o estimador de riqueza não paramétrico Jackknife de primeira ordem, que estima a riqueza absoluta somando a riqueza

observada a um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras e do número de amostras (Santos, 2003).

Os índices de diversidade utilizados para estimar a diversidade da guilda de abelhas e vespas em cada área de estudo foram:

- Índice de Margalef (D_{Mg}) - expressa a riqueza ponderada pelo tamanho amostral;
- Índice de Shannon-Wiener (H') - atribui peso maior as espécies raras, pela equação $H' = -\sum P_i (\log P_i)$, em que P_i é a proporção da taxa na população. Quanto mais alto for o valor, maior será a diversidade.
- Índice de Simpson (D) - atribui peso maior as espécies comuns pela equação $D = \sum (P_i)^2$ varia de 0 a 1. Quanto mais alto for o valor, maior a dominância e menor a diversidade;
- Índice de Equitabilidade de Pielou (J') - expressa a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies. Varia de 0 a 1. Valores próximos a 1 correspondem a situações onde todas as espécies são igualmente abundantes.

Os índices foram calculados utilizando-se o programa PAST versão 1.91 (Hammer *et al.* 2001). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), das duas áreas foi comparado pelo teste t de acordo com Magurran (1988).

O índice de Berger-Parker (d), o qual expressa a importância proporcional da espécie mais abundante de uma determinada amostra (Magurran, 1988), foi empregado para medir o grau de dominância nas áreas estudadas: $d = (N_{Max} / N_{total}) \times 100$, onde N_{Max} é o número total de ninhos fundados pela espécie mais abundante da amostra; N_{total} é o número total de ninhos da amostra e d é a dominância (%).

Índice de Jaccard foi utilizado para medir a similaridade entre as áreas quanto à presença/ausência de espécies. O índice é calculado como $J = S_{12} / (S_1 + S_2 - S_{12})$, onde S_1 é o número de espécies da comunidade 1, S_2 o número de espécies da comunidade 2 e S_{12} o número de espécies comuns a ambas as comunidades.

A sazonalidade foi analisada pela taxa de ocupação, nidificação e emergência ao longo do ano. Taxa de ocupação é o número de ninhos fundados a partir do total de cavidades oferecidas em cada mês; taxa de nidificação é o número de ninhos concluídos mensalmente ao longo do período de estudo.

Em todas as análises probabilísticas utilizaram-se testes paramétricos (teste t e correlação de Pearson), considerando-se $\alpha = 0,05$.

5 Resultados

5.1 Nidificações: utilização dos ninhos-armadilha

Foram coletados 138 ninhos, sendo 75 construídos em tubos de cartolina (55%) e 63 em bambu (44%). Deste total, 27 ninhos (19%) foram fundados por abelhas e 111 (81%) por vespas. O maior número de nidificações ocorreu na estação chuvosa (outubro-março), sendo em fevereiro o maior pico de nidificação (20%) e ocupação (10%) (Fig. 6).

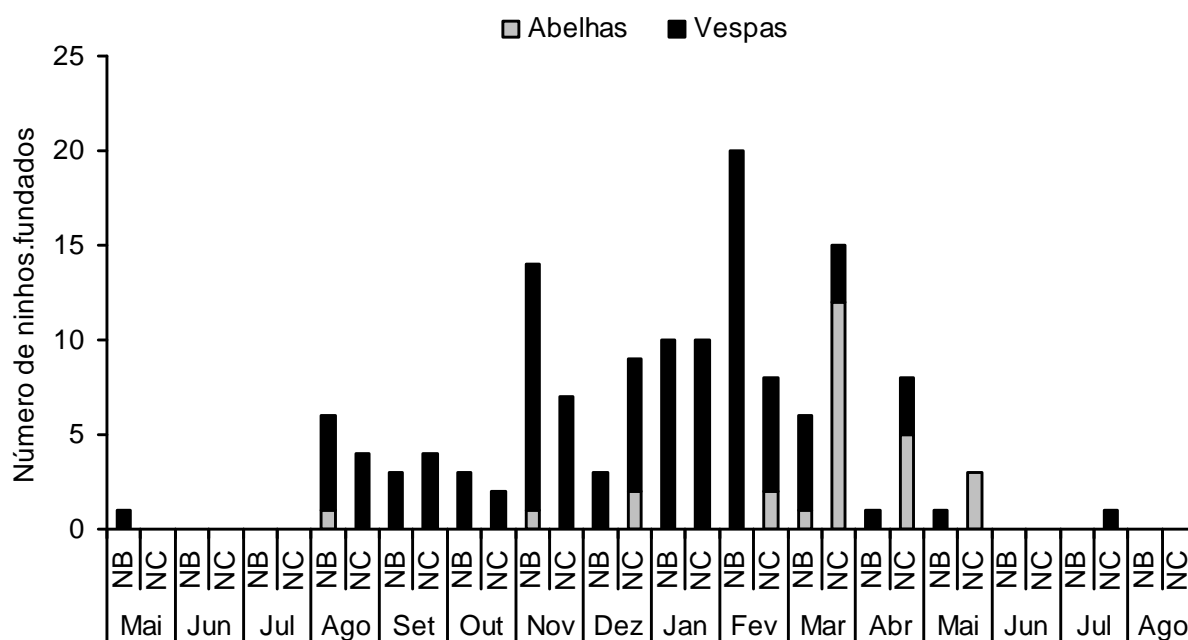


Figura 6 – Número de ninhos fundados por abelhas e vespas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina.

5.2 Emergências: composição, riqueza, abundância e razão sexual

Na Mata do Mergulhão, do total de ninhos coletados, emergiram 236 indivíduos pertencentes a 13 espécies de sete famílias de Hymenoptera – Apidae (2 spp.), Megachilidae (2), Pompilidae (1), Crabronidae (2), Vespidae (1), Chrysididae (4) e Chalcididae (1) (Tab. 1).

Tabela 1 – Composição, riqueza, abundância e razão sexual das espécies amostradas na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ, e os respectivos dados coletados no *campus* da UENF por Silva-Júnior (2008).

Ordem	Família	Espécie	Mata do Mergulhão					campus da UENF					
			NA		EMG			NA		EMG			
			T	♀	♂	T	RS	T	♀	♂	T	RS	
Abelhas	Apidae	<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)*	24	28	09	37	3,11:1	25	35	17	52	2,06:1	
		<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874*	-	-	-	-	-	46	31	34	65	0,91:1	
	Megachilidae	<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> Linnaeus, 1758	02	-	01	01	-	07	11	10	21	1,10:1	
		<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schottky, 1905)	-	-	-	-	-	08	18	10	28	1,80:1	
		<i>Megachile (Chrysosarus) affabilis</i> Mitchell, 1930	-	-	-	-	-	14	23	35	58	0,66,1	
		<i>Megachile (Ptilosaroides) neoxanthoptera</i> Cockerell, 1933	-	-	-	-	-	02	03	07	10	0,43:1	
		<i>Megachile (Melanosarus) nigripennis</i> Spinola, 1841	01	03	-	03	-	-	-	-	-	-	
	<i>Megachile</i> sp	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-		
Hymenoptera	Crabronidae	<i>Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse</i> Saussure, 1867*	76	57	87	144	0,65:1	36	44	24	68	1,83:1	
		<i>Trypoxylon (Trypargilum) sp1</i> *	14	08	12	20	0,66:1	64	43	31	73	1,38:1	
		<i>Trypoxylon (Trypargilum) sp2</i>	-	-	-	-	-	04	05	07	12	0,71:1	
		<i>Trypoxylon (Trypargilum) sp3</i>	-	-	-	-	-	08	03	04	07	0,75:1	
Vespas		Pompilidae	<i>Auplopus</i> sp	04	-	01	01	-	-	-	-	-	-
		Vespidae	<i>Hypalastoroides brasiliensis</i> Saussure, 1856*	-	-	-	-	-	15	06	02	08	3,00:1
			<i>Monobia angulosa</i> Saussure, 1852	17	06	11	17	0,54:1	-	-	-	-	-
		<i>Zeta</i> sp	-	-	-	-	-	01	01	01	-	-	
Inimigos	Diptera	Bombylidae	Não identificada	-	-	-	-	-	-	-	02	-	
		Sarcophagidae	Não identificada	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-
	Hymenoptera	Megachilidae	<i>Coelioxys</i> sp	-	01	03	04	0,33:1	-	-	-	-	-
		Chalcididae	Não identificada	-	-	03	03	-	-	-	-	-	-
		Chrysididae	<i>Ipsiura</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-
			<i>Neochrysis</i> sp	-	-	-	03	-	-	-	-	14	-
			Não identificada	-	-	-	02	-	-	-	-	02	-
	Não identificada	-	-	-	01	-	-	-	-	03	-		
Total			138			236	-	264		460	-		

NA= ninho-armadilha, EMG = emergentes, RS = razão sexual, T = total. *Ninhos sem emergência foram incluídos.

Na Mata do Mergulhão, as abelhas e vespas representaram 12 e 80% dos adultos emergentes respectivamente, e as espécies com mais indivíduos emergentes foram *C. analis* (Fig. 7A) e *T. lactitarse* (Fig. 7B), também sendo as espécies dominantes em número de fundações de ninhos ($d = 84\%$; $d = 70\%$).

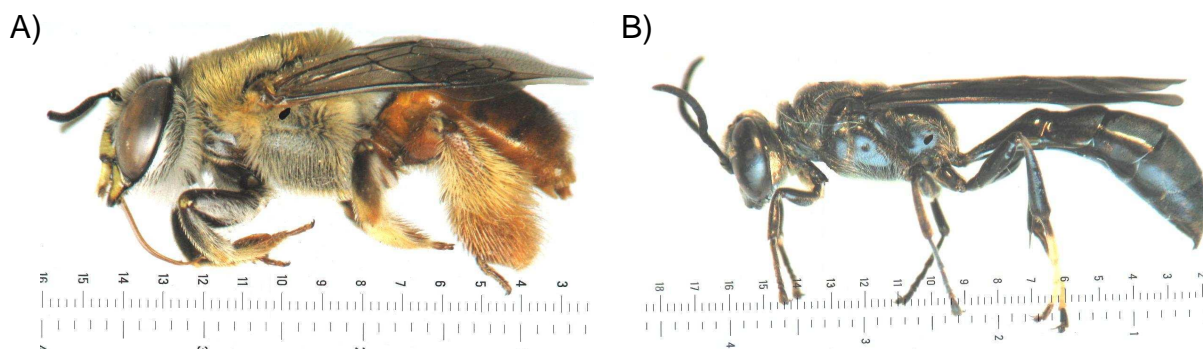


Figura 7 – Espécies dominantes em número de ninhos fundados e emergências na Mata do Mergulhão: A) *C. analis* e B) *T. lactitarse*. Números na régua inferior indicam o tamanho em mm do adulto em um aumento de 8x no estereomicroscópio.

5.3 Sazonalidade na nidificação em ninhos-armadilha

Na Mata do Mergulhão, entre as espécies de abelhas, *C. analis* apresentou a maior atividade de nidificação, totalizando 24 ninhos fundados, com pico em março de 2010 (30% de seus ninhos). *Megachile nigripennis* e *E. cordata* foram coletadas somente na estação chuvosa e seca, respectivamente. Entre as vespas na Mata do Mergulhão, *T. lactitarse* fundou maior número de ninhos na estação chuvosa (80% de seus ninhos). No *campus* da UENF, espécies como *T. lactitarse* e *Trypoxylon* sp1 nidificaram em ambas as estações (Fig. 8).

Na Mata do Mergulhão e no *campus* da UENF, as espécies de abelhas e vespas que mais fundaram ninhos pertencem aos gêneros *Centris* e *Trypoxylon*, respectivamente (Fig. 9).

O número total de nidificações na Mata do Mergulhão apresentou uma forte e significativa correlação positiva com a temperatura média ($r = 0,844$; $p < 0,05$) e negativa com a umidade média ($r = -0,741$; $p < 0,05$), mas não com a precipitação total ($r = 0,342$; $p > 0,05$). No *campus* da UENF houve uma forte e significativa correlação positiva com a temperatura média ($r = 0,548$; $p < 0,05$) e precipitação total ($r = 0,76$; $p < 0,05$), mas não com a umidade média ($r = 0,219$; $p > 0,05$).

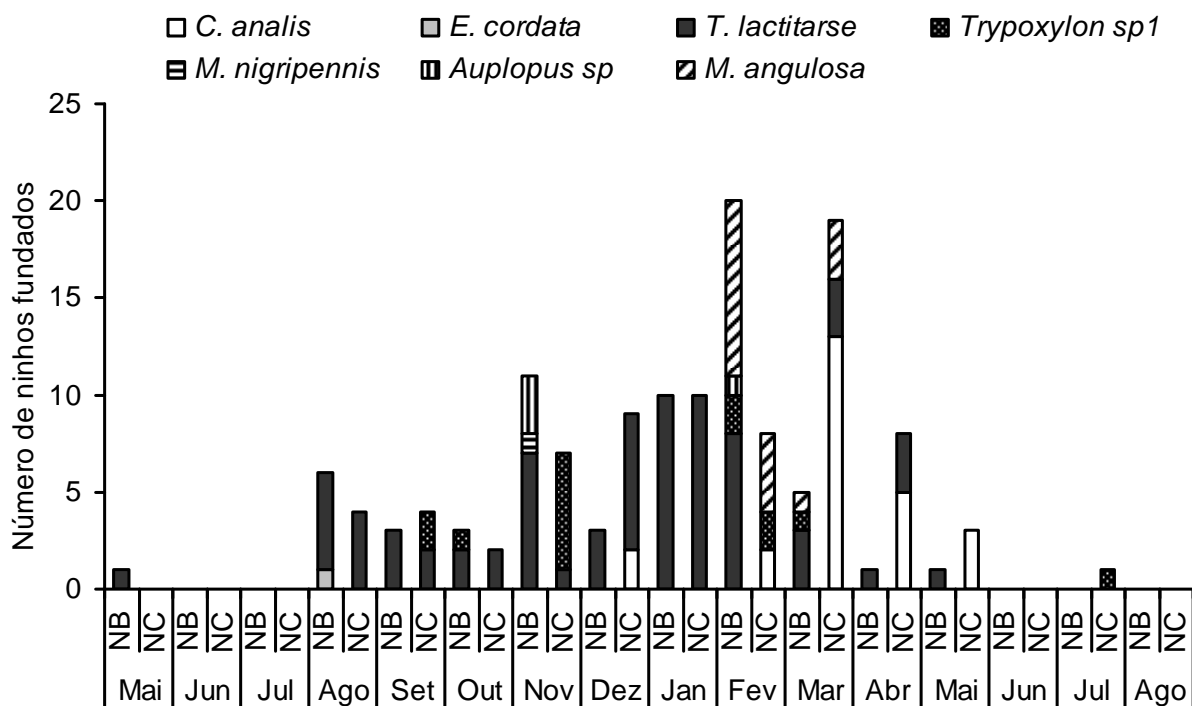


Figura 8 – Número de ninhos fundados por abelhas e vespas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina.

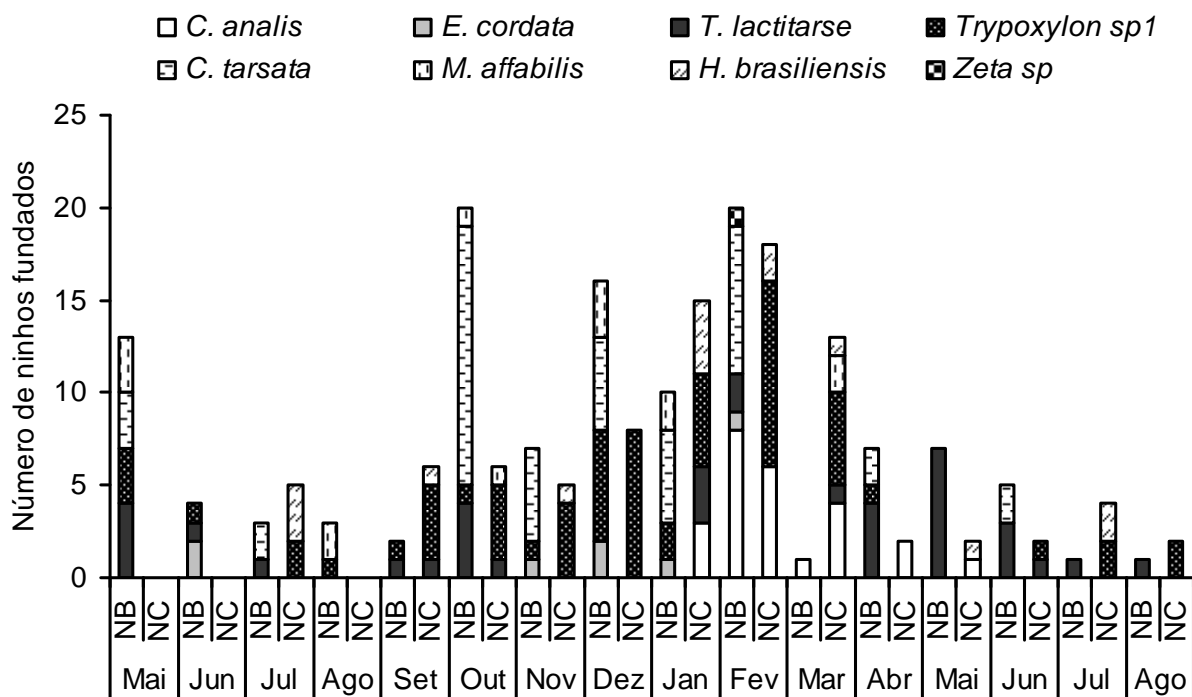


Figura 9 – Número de ninhos fundados de espécies de abelhas e vespas mais abundantes registradas no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 por Silva-Júnior (2008). NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina.

5.4 Sazonalidade na emergência

Na Mata do Mergulhão, entre as espécies de abelhas, *C. analis* apresentou a maior abundância de adultos emergentes, 37 ao todo, com presença na estação chuvosa e seca. Algumas espécies como *M. nigripennis* e *Auplopus* sp emergiram somente durante a estação chuvosa, com baixa abundância (Fig. 10). Entre as vespas, *T. lactitarse* foi a espécie mais abundante, com 73 adultos emergentes.

Na Mata do Mergulhão e no *campus* da UENF, as espécies de abelhas e vespas que tiveram maior número de emergências de ninhos fundados pertenceram aos gêneros *Centris* e *Trypoxylon*, respectivamente. No *campus* da UENF, *C. tarsata* e *Trypoxylon* sp1 foram as espécies mais abundantes em relação ao número de emergências a partir dos ninhos construídos, sendo que ambas com presença na estação chuvosa e seca (Fig. 11).

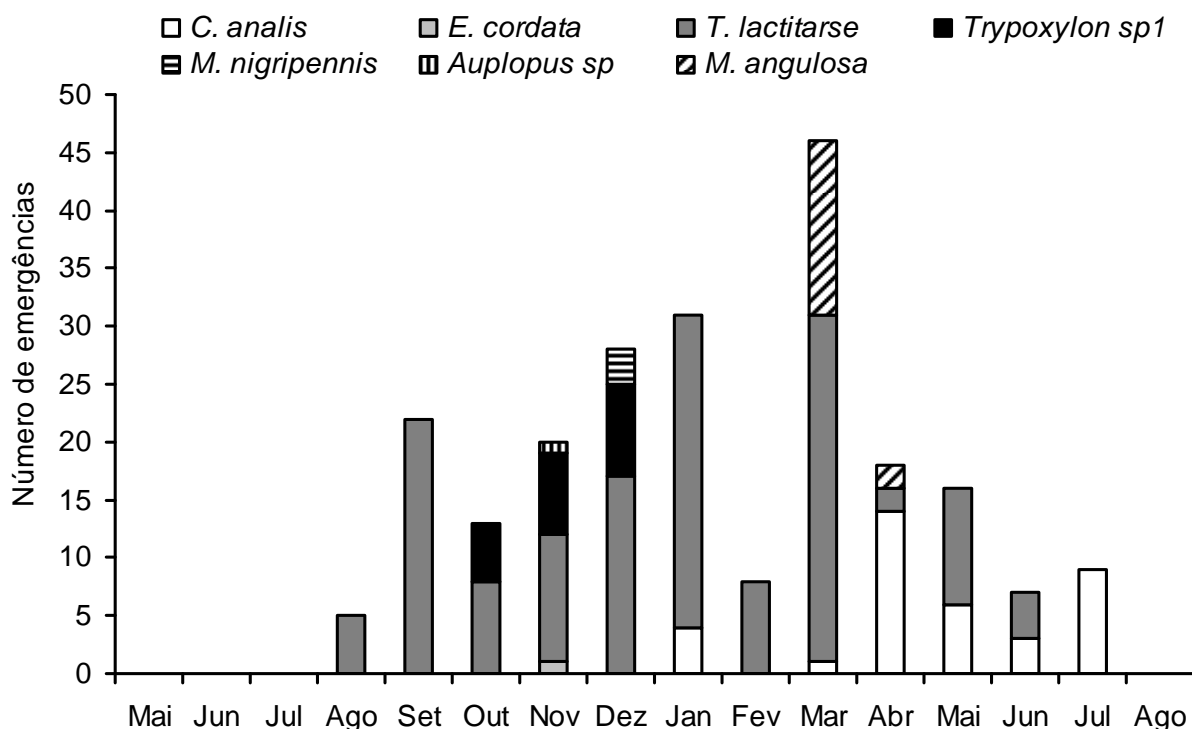


Figura 10 – Número de emergências de abelhas e vespas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010.

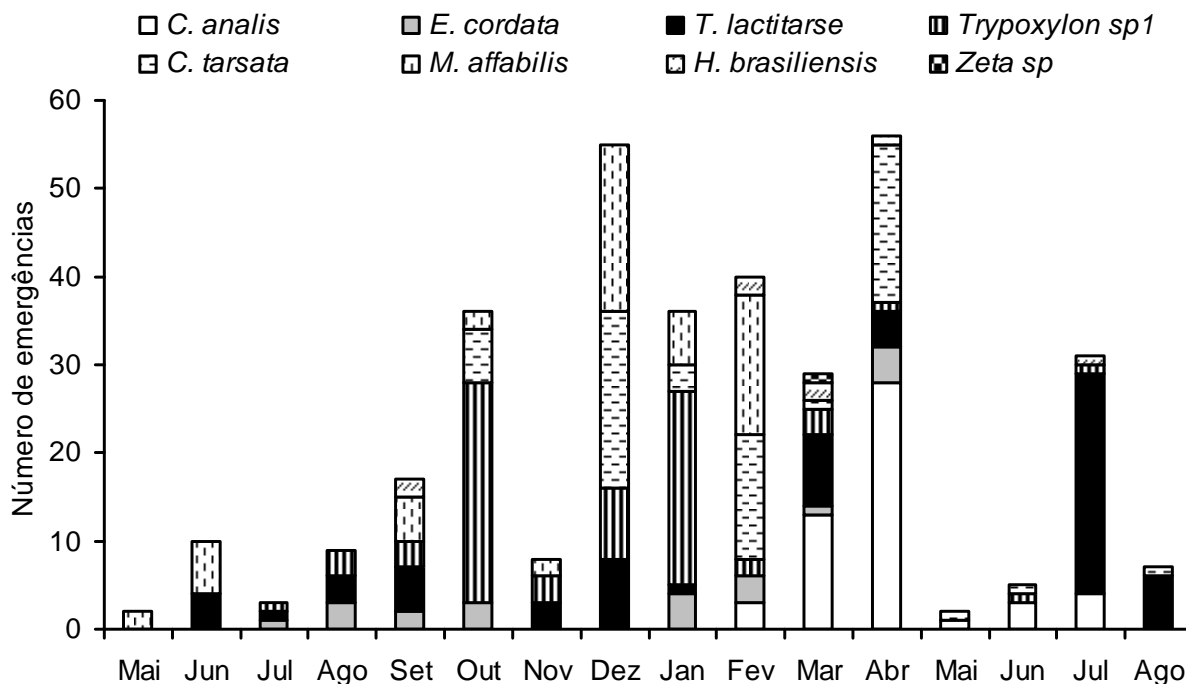


Figura 11 – Número de emergências de espécies de abelhas e vespas mais abundantes registradas no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 por Silva-Júnior (2008).

5.5 Inimigos naturais associados aos ninhos: espécies, frequência e sazonalidade

Na Mata do Mergulhão, dos 138 ninhos concluídos, 8% foram parasitados (Tab. 2). Assim como no *campus* da UENF, Chrysididae foi responsável pelo maior número de ninhos parasitados. As maiores frequências de ninhos atacados por inimigos naturais foram observadas em ninhos de *Trypoxylon* (Crabronidae) (Fig. 12).

Apenas uma única espécie não identificada da família Chrysididae parasitou ninhos de *Trypoxylon* sp1 em ambas as áreas, apresentando também um período próximo de ocorrência durante a estação chuvosa (Fig. 13). *Coelioxys* sp foi a única espécie de abelha parasita amostrada (Tab. 2).

Em 70 ninhos coletados na Mata do Mergulhão não ocorreu emergência de hospedeiros ou parasitas (estes também foram contabilizados na tabela 1). Maiores detalhes de mortalidade para as espécies *C. analis*, *C. tarsata* e *T. lactitarse* são apresentados no capítulo II e III desta dissertação, respectivamente.

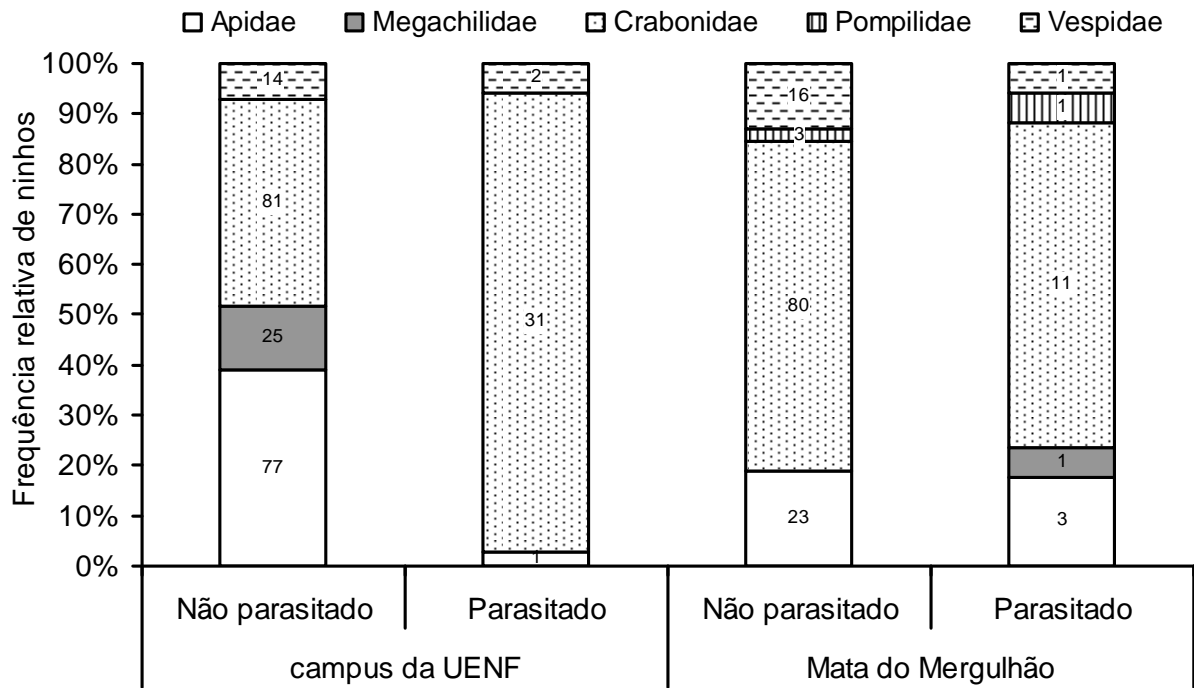


Figura 12 – Frequência relativa de ninhos fundados por família de Hymenoptera que foram atacados por inimigos naturais ao longo do período de estudo no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão.

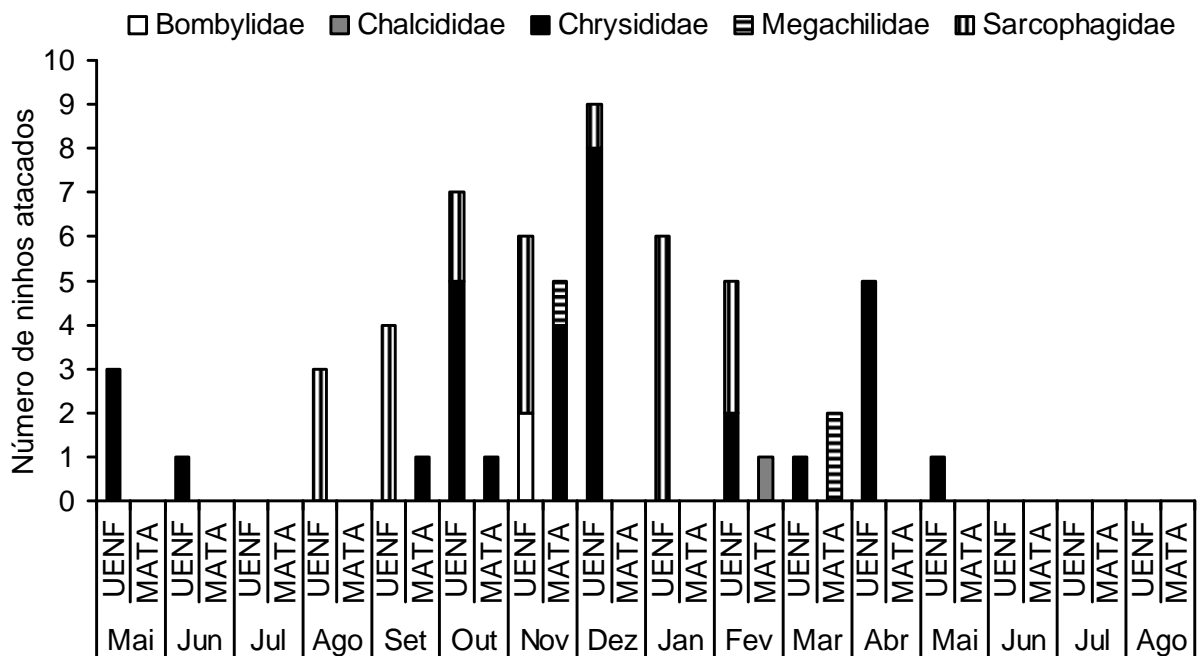


Figura 13 – Ocorrência das famílias de inimigos naturais e número de ninhos de vespas e abelhas atacados no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010.

Tabela 2 – Inimigos naturais amostrados na Mata do Mergulhão e no *campus* da UENF por Silva-Júnior (2008), seus respectivos hospedeiros e número de ninhos atacados.

Áreas	Hospedeiros	Inimigos naturais							
		Bombylidae sp	Chrysididae sp1	Chrysididae sp2	<i>Coelioxys</i> sp	Chalcididae sp	<i>Ipsiura</i> sp	<i>Neochrysis</i> sp	Sarcophagidae sp
Mata do Mergulhão	<i>Auplopus</i> sp	-	-	-	-	01	-	-	-
	<i>Megachile nigripennis</i>	-	01	-	01	-	-	-	-
	<i>Monobia angulosa</i>	-	01	-	-	-	-	-	-
	<i>T. lactitarse</i>	-	05	-	-	-	-	-	-
	<i>Trypoxylon</i> sp1	-	06	-	-	-	-	-	-
<i>campus</i> da UENF	<i>Centris tarsata</i>	01	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Hypalastoroides</i> <i>brasiliensis</i>	01	-	-	-	-	-	-	01
	<i>T. lactitarse</i>	-	-	-	-	-	-	-	06
	<i>Trypoxylon</i> sp1	-	13	03	-	-	01	01	03

5.6 Diversidade, uniformidade e similaridade de espécies entre as áreas

A área do *campus* da UENF apresentou maiores índices de diversidade e uniformidade do que a Mata do Mergulhão, porém estes não foram significativos para o índice de Shannon-Wiener (H'), ($t = 1,38$; $p = 0,18$). São apresentados na tabela 3 os valores obtidos dos índices de diversidade nas duas áreas.

O gênero *Trypoxylon*, com duas espécies, representou 50% da riqueza de vespas construtoras na Mata do Mergulhão. Já no *campus* da UENF houve dominância de alguns grupos, o gênero *Megachile* com três espécies, representou 50% da riqueza de abelhas, e o gênero *Trypoxylon* com quatro espécies, representou 66,6% da riqueza de vespas construtoras (Silva-Júnior, 2008).

A similaridade entre as duas áreas, comparadas através do coeficiente de similaridade de Jaccard, indicou que as áreas são pouco semelhantes em relação à composição de espécies ($J = 25\%$), com ocorrência de apenas quatro espécies em comum, *C. analis* (Fig. 14A), *E. cordata* (Fig. 14B), *T. lactitarse* (Fig. 15A) e *Trypoxylon* sp1 (Fig. 15B).

Tabela 3 – Abundância, riqueza das espécies fundadoras de ninhos e índices de diversidade da guilda de abelhas e vespas na Mata do Mergulhão (este trabalho) e no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008).

Áreas	A	R	H'	D	D _{Mg}	J'
Mata do Mergulhão	223	07	1,10	0,46	1,11	0,57
<i>campus</i> da UENF	403	13	2,16	0,13	2,00	0,84

Abundância (A), riqueza (R), índice de Shannon-Wiener (H'), índice de Simpson (D), índice de Margalef (D_{Mg}) e índice de Pielou (J').

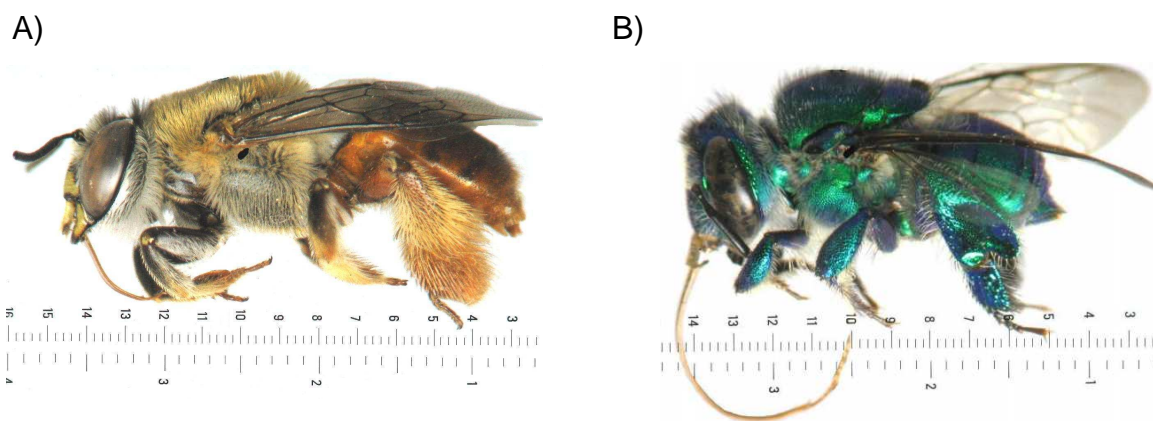


Figura 14 – Espécies de abelhas comuns a Mata do Mergulhão e ao *campus* da UENF, em ninhos-armadilha: A) *C. analis* e B) *E. cordata*. Números na régua inferior indicam o tamanho em mm do adulto em um aumento de 8x no estereomicroscópio.

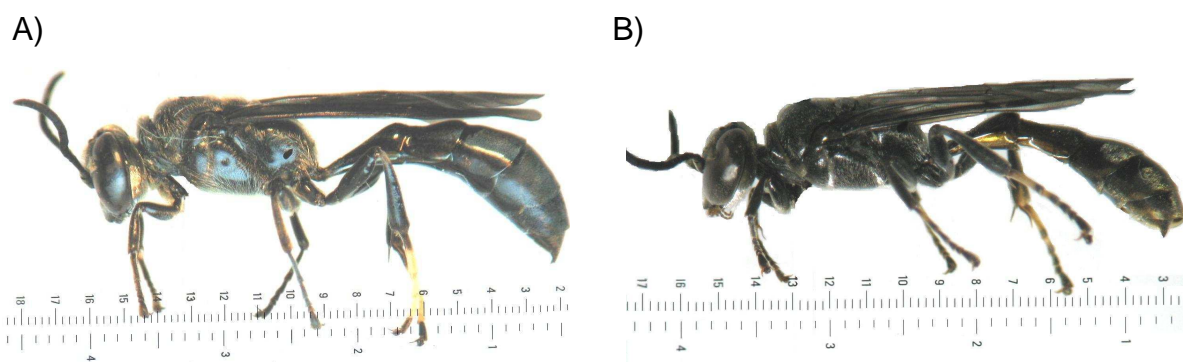


Figura 15 – Espécies de vespas comuns a Mata do Mergulhão e ao *campus* da UENF, em ninhos-armadilha: A) *T. lactitarse* e B) *Trypoxylon* sp1. Números na régua inferior indicam o tamanho em mm do adulto em um aumento de 8x no estereomicroscópio.

As curvas do coletor geradas com os dados de cada uma das áreas separadamente demonstraram uma tendência à estabilização. Quando comparadas podemos perceber que na Mata do Mergulhão houve uma maior tendência à assíntota (Fig. 16 e Fig. 17). De acordo com o estimador de riqueza não paramétrico Jackknife de primeira ordem, 88 e 82% das espécies existentes na Mata do Mergulhão e no *campus* da UENF foram amostradas, respectivamente (Tab. 4).

Tabela 4 – Estimador Jackknife em ninhos-armadilha nas duas áreas amostradas.

Áreas	Média ± Desvio padrão
<i>campus</i> da UENF	15,81 ± 1,51
Mata do Mergulhão	7,94 ± 0,94

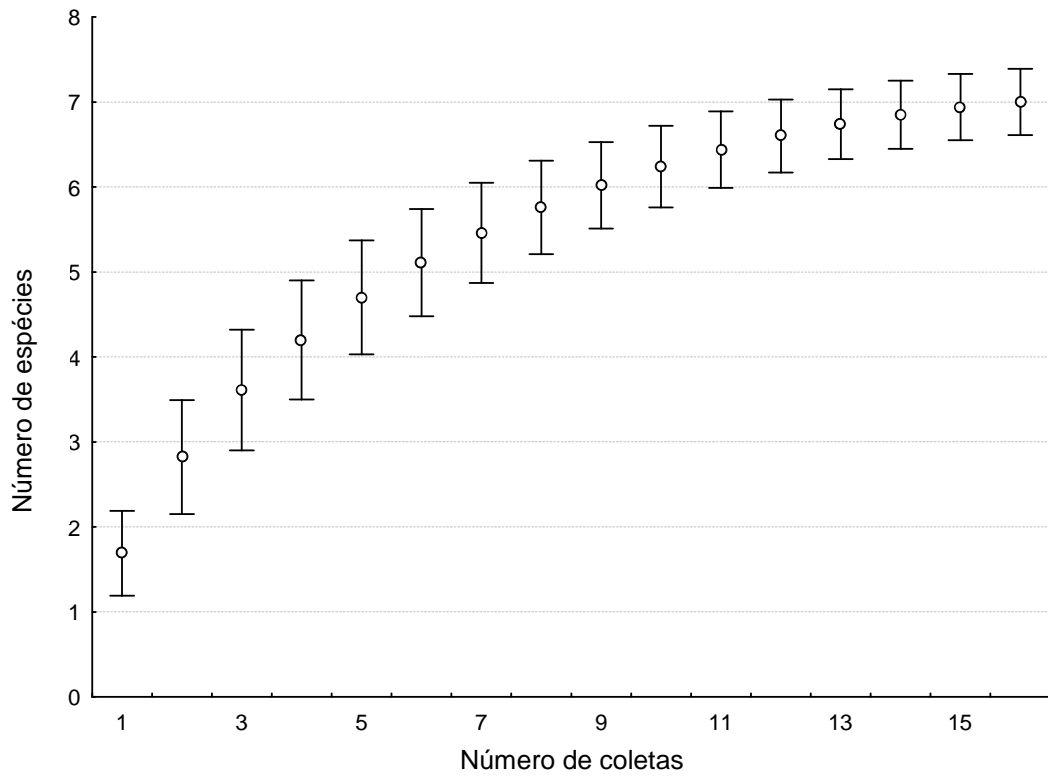


Figura 16 – Curva de acumulação de espécies em ninhos-armadilha na Mata do Mergulhão, em relação ao esforço amostral.

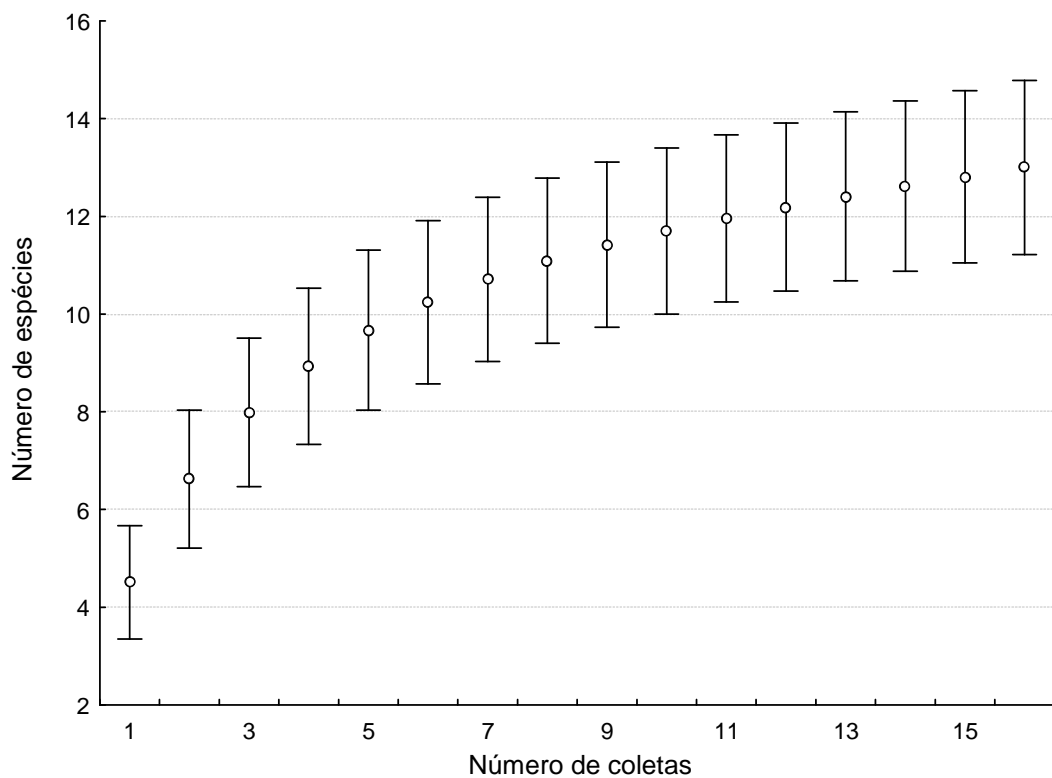


Figura 17 – Curva de acumulação de espécies em ninhos-armadilha no *campus* da UENF, em relação ao esforço amostral (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008).

6 Discussão

6.1 Composição, riqueza, diversidade e dominância de espécies

Os principais grupos de abelhas e vespas amostrados em ninhos-armadilha na Mata do Mergulhão foram similares aos encontrados por outros autores em trabalhos realizados no Brasil com ninhos-armadilha em fragmentos urbanos de Mata Atlântica em Minas Gerais (Loyola & Martins, 2006) e em áreas urbanas em São Paulo (Alves-dos-Santos, 2003) e no Rio de Janeiro (Silva-Júnior, 2008). A maior frequência de Apidae, Megachilidae, Crabronidae e Vespidae sugere um possível padrão em áreas antropizadas.

Na Mata do Mergulhão o número de espécies de abelhas (3) e vespas (4) coletadas foi inferior ao número de espécies encontradas por Silva-Júnior (2008) no *campus* da UENF (sete espécies de abelhas e quatro de vespas). Este resultado não corrobora a idéia inicial de que o fragmento florestal apresentaria maior riqueza quando comparado à área antrópica. Era esperado que na Mata do Mergulhão houvesse maior riqueza tanto de abelhas quanto de vespas, uma vez que, esta área apresenta maior diversidade florística e ambiente mais próximo ao ambiente natural de várias espécies (Roubik, 1989). Este resultado pode ser explicado por alguns motivos: 1) grande perda da biodiversidade original da floresta, como consequência do grande desmatamento – a área perdeu 21% da cobertura original, entre 1986 e 2001 (Ferreira, 2004); 2) ausência de espécies muito comuns em ambientes abertos, como *C. tarsata* (Mendes & Rego, 2007), observadas somente no *campus* da UENF; 3) não se pode descartar o fato de que as amostragens foram feitas em períodos distintos, em anos com diferentes condições climáticas, e o período estudado no *campus* da UENF foi mais chuvoso, o que pode ter influenciado no maior número de espécies de abelhas e vespas em atividade (Roubik, 1989; O'Toole & Raw, 1991).

A riqueza de espécies obtida para o fragmento florestal estudado também foi menor do que a encontrada por Reis (2006), em uma área de restinga, distante 25km da área de estudo (sete espécies de abelhas e cinco de vespas) e por Loyola & Martins (2006), que encontraram sete espécies de abelhas e quatro de vespas em um fragmento urbano de mata semidecídua em Belo Horizonte. Entretanto, apesar do pequeno tamanho do fragmento estudado neste trabalho (18 ha), a riqueza nele amostrada é similar e até mesmo superior a de outros fragmentos estudados no Norte Fluminense. Cruz-Silva (2009) registrou número semelhante ou menor de

espécies em dois fragmentos de floresta estacional semidecidual de tabuleiro, na Mata do Carvão (1053 ha), uma espécie de abelha e quatro de vespas, e na Mata do Funil (135 ha), quatro espécies de abelhas e cinco de vespas.

A comparação de riqueza de espécies entre áreas distintas deve ser feita com cautela, uma vez que alguns fatores podem ter influenciado os resultados tais como a localização dos sítios de amostragem (Camillo *et al.*, 1995; Aguiar & Martins, 2002), nível de exposição solar dos ninhos-armadilha e disponibilidade de cavidades pré-existentes naturais no ambiente (Morato & Campos, 2000; Viana *et al.*, 2001) e o tempo de amostragem (Buschini & Woiski, 2008). Ainda, é preciso levar em consideração as condições do entorno das áreas estudadas que são bastante diferentes. Na Mata do Mergulhão, apesar de atualmente não haver uso de agrotóxicos no cultivo da cana de açúcar, esse procedimento pode ter afetado a assembléia local, uma vez que dependendo do produto químico e de sua concentração, os efeitos vão desde a desorientação dos indivíduos quando forrageiam, eliminação de plantas e conseqüentemente redução de recursos florais e até mesmo extinção local de espécies de abelhas (Pinheiro & Freitas, 2010).

A composição de espécies foi bastante diferente entre o fragmento florestal estudado e a área antrópica do *campus* da UENF conforme demonstrou o baixo índice de similaridade ($J = 25\%$). Algumas espécies de abelhas como *Centris tarsata*, *Epanthidium tigrinum* e *Megachile affabilis* fundaram ninhos no *campus* da UENF (Silva-Júnior, 2008), mas não nidificaram na Mata do Mergulhão. Em contrapartida, espécies de abelhas como *Megachile nigripennis*, e vespas como *Monobia angulosa*, nidificaram na Mata do Mergulhão mas não no *campus* da UENF. Dentre as espécies comuns às duas áreas, *E. cordata* é descrita como uma espécie generalista e bastante abundante em habitats modificados (Tonhasca *et al.*, 2003). A ausência de *M. nigripennis* em áreas antrópicas ou com alta interferência antrópica também foi observada por Teixeira, F.M. (com. pes.). O mesmo é descrito para *Monobia angulosa*, que em outros estudos foi registrada em áreas de floresta (Camillo *et al.*, 1997; Buschini & Woiski, 2008) e áreas abertas na caatinga (Melo & Zanella, 2007), não havendo ainda registros desta espécie em ambiente com impacto antrópico. Apesar da riqueza de vespas e abelhas ter sido menor na Mata do Mergulhão, a presença destas espécies somente na área florestal demonstra a importância da preservação deste pequeno fragmento florestal, uma vez que ele pode servir como habitat para espécies que desapareceriam na região

estudada. Como observado por Zanette *et al.* (2005), os remanescentes florestais urbanos podem abrigar diversas espécies de abelhas e vespas, algumas delas típicas de ambientes florestais e com estreita tolerância ecológica.

Não se pode descartar também que o tipo de matriz da Mata do Mergulhão, cana-de açúcar e pasto, esteja influenciando na composição de espécies no fragmento. Segundo Cane (2001) o tipo de matriz é um importante modelador das comunidades de abelhas em áreas urbanas, uma vez que pode ocorrer isolamento da área, diminuição de recursos e locais de nidificação. Além disso, o tipo de matriz pode determinar as pressões antropogênicas tais como poluentes e agrotóxicos, dentre outros, que podem estar influenciado na estrutura da comunidade.

Outro fator importante a ser considerado na comparação da composição de espécies é a presença de fontes preferenciais utilizadas na construção dos ninhos (óleo, areia, resina, barro, folhas, dentre outros) e alimentação da prole (óleo e néctar) destas espécies nas duas áreas comparadas. Sabe-se que espécies de *Centris* são abelhas coletoras de óleo estreitamente relacionadas com Malpighiaceae (Alves dos Santos *et al.*, 2007; Gaglianone *et al.*, 2010). Na Mata do Mergulhão existem diversas espécies desta família, enquanto que no *campus* da UENF há ocorrência somente da acerola, diminuindo assim a oferta de óleo floral como recurso para *Centris*. Já algumas espécies de *Megachile* são associadas às famílias Asteraceae e Malvaceae (Milet-Pinheiro & Schindwein, 2008). No *campus* da UENF, cerca de 80% dos indivíduos das cinco espécies de *Megachile* amostradas por Silva-Neto (2008) foi coletado em flores de Asteraceae, Leguminosae e Malvaceae. Sendo assim, a presença de recursos preferenciais pode também influenciar a ocorrência destas espécies de abelhas.

Além disso, podem ter ocorrido diferenças na distribuição vertical de algumas espécies na Mata do Mergulhão, fato que excluiria espécies que nidificam a uma altura superior a dos ninhos-armadilhas instalados (1,5 m), e que, portanto, constroem seus ninhos próximos ao dossel, provavelmente pela maior disponibilidade de recursos florais e estratos (Morato, 2001) e pela temperatura mais elevada (Marchi, 2008).

Foi verificado através da curva de acumulação de espécies que a amostragem foi suficiente para analisar diferenças estruturais entre as duas comunidades. O fato das curvas de acumulação terem mostrado uma tendência a estabilização, havendo uma redução gradativa no acréscimo do número cumulativo

de espécies ao longo do período de amostragem, indica que 82 e 88% das espécies que ocorrem no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, respectivamente, foram possivelmente coletadas.

Assim como discutido para a riqueza de espécies nas áreas estudadas, a predição da hipótese deste estudo de que os índices de abundância, diversidade e uniformidade seriam maiores no fragmento florestal não foi confirmada, o que indica que a comunidade de abelhas e vespas na Mata do Mergulhão é menos diversificada do que se esperava. Além dos fatores já discutidos como possíveis determinantes na menor riqueza de espécies no fragmento florestal, os dados sugerem que a ocorrência de algumas espécies no *campus* seja devida à preferência por ambientes abertos, onde ocupam em grande parte as cavidades favoráveis disponíveis – é o caso *C. tarsata*, que em outros estudos também foi relacionada a ambientes abertos e ensolarados (Mendes & Rêgo, 2007; Oliveira *et al.*, 2010). Ainda, a grande abundância de *Trypoxylon* na Mata do Mergulhão contribui para o baixo valor de diversidade nesta área.

Deve-se considerar também que, apesar da maior diversidade de espécies vegetais na Mata do Mergulhão (Silva *et al.*, 2008), não existem dados específicos sobre a disponibilidade de recursos florais para abelhas nesta área. Porém, para o *campus* da UENF, o grande número de espécies herbáceas ruderais (62 espécies de 21 famílias) oferece pólen, néctar e óleo como recursos florais, e que segundo Silva-Neto (2008) parece ser um recurso importante para espécies de abelhas e vespas de habitats abertos. Esta disponibilidade deve estar influenciando na alta diversidade de espécies na área antrópica (*campus* da UENF). Sendo assim, novas investigações são necessárias para avaliar se as características das áreas de estudo e variáveis ecológicas como diversidade floral e interações competitivas podem estar influenciando também na dinâmica das comunidades.

Assim como em outros estudos realizados com ninhos-armadilha no Brasil (Alves-dos-Santos, 2003; Reis, 2006) as famílias de abelhas e vespas Apidae e Crabronidae, respectivamente, tiveram as maiores taxas de nidificação e emergência dentre os grupos que nidificaram na Mata do Mergulhão. Este mesmo resultado foi verificado por Silva-Júnior (2008) no *campus* da UENF.

A dominância de *Trypoxylon*, não só entre os Crabronidae como entre todas as vespas coletadas neste trabalho, também foi observada por outros autores (Assis & Camilo, 1997; Alves-dos-Santos, 2003). De acordo com Pérez-Maluf (1993) e

Alves-dos-Santos (2003) ninhos de espécies de *Trypoxylon* são comuns em áreas antropizadas. Entretanto, a seleção de presas pode variar entre habitats distintos (detalhes no capítulo III desta dissertação).

6.2 Sazonalidade na nidificação e emergência

Em relação à variação sazonal na nidificação das espécies de abelhas e vespas, observou-se que em ambas as áreas ocorreram flutuações nas frequências das fundações de ninhos, com maior intensidade de nidificação na estação chuvosa, fato verificado em outros estudos com ninhos-armadilha na região (Reis, 2006; Cruz-Silva, 2009).

A sazonalidade na frequência de nidificações foi correlacionada positivamente com a temperatura e precipitação, tanto no fragmento florestal quanto na área antrópica, o que demonstra que essas variáveis climáticas podem estar influenciando mais fortemente na atividade das abelhas e vespas.

A maior riqueza de espécies e frequência de nidificação ocorreu na estação quente e chuvosa que, em teoria, corresponde ao período de maior disponibilidade de recursos, utilizados para construção de ninhos, provisão das larvas e alimentação dos adultos (Roubik, 1989). Entretanto, este padrão foi distinto para *C. tarsata*, amostrada somente no *campus* da UENF. Os resultados para esta espécie indicaram maior frequência na estação seca e no início da chuvosa, o que corrobora outros estudos com esta espécie (Perez-Maluf, 1993; Viana *et al.*, 2001; Aguiar & Martins, 2002; Aguiar & Garófalo, 2004; Buschini & Wolf, 2006). Apesar de não ter sido realizado nesse estudo, sugere-se uma coleta de pólen (a ser obtido de plantas em floração e células de cria dos ninhos fundados) coletado pelas abelhas ao longo das estações nas duas áreas. Assim, através da análise polínica poderá se indicar quais espécies vegetais são utilizadas como recursos na alimentação da prole e se realmente a disponibilidade de recursos influencia na maior atividade de nidificação das espécies estudadas.

6.3 Inimigos naturais

As taxas de parasitismo dos ninhos fundados são bastante variáveis em estudos realizados com abelhas e vespas que nidificam em cavidades preexistentes e as consequências do ataque de inimigos naturais aos ninhos podem ser desde a diminuição da produção do número de células até o abandono dos ninhos pela espécie fundadora (Aguiar & Martins, 2002; Alves-dos-Santos, 2003; Santoni *et al.*, 2009).

Os principais inimigos naturais amostrados neste trabalho pertencem às famílias Bombyliidae, Chrysididae, Sarcophagidae, e são os mais frequentemente encontrados em ninhos de abelhas e vespas (Cruz-Silva, 2009; Santoni *et al.*, 2009). Já a associação entre espécies de *Coelioxys* com *C. analis* neste estudo, também foi verificada em outros trabalhos, tanto por dados de emergência destes cleptoparasitas dos ninhos do hospedeiro (Morato *et al.* 1999; Jesus & Garófalo, 2000; Aguiar & Martins 2002; Aguiar & Garófalo 2004) como também através de observações diretas de ataques aos ninhos de *C. analis* em construção (Jesus & Garófalo 2000; Gazola & Garófalo, 2002).

7 Conclusão

Na comparação entre as duas áreas estudadas, a área antrópica apresentou maior riqueza e diversidade de espécies, não corroborando a primeira hipótese deste capítulo. Entretanto, a Mata do Mergulhão abriga populações de abelhas e vespas incomuns em áreas urbanas, como *Megachile nigripennis* e *Auploplus* sp.

A composição de espécies de abelhas e vespas no fragmento florestal diferiu da observada do ambiente urbano próximo, tendo apenas 25% de similaridade, corroborando a segunda hipótese do capítulo. Este fato demonstra que áreas muito próximas podem ter uma fauna local de abelhas e vespas muito distinta, o que justifica os estudos ambientais nestes ambientes.

Os dados ecológicos como composição e diversidade de espécies obtidos na Mata do Mergulhão servirão de base para a realização de novos estudos, necessários para elaboração de planos de conservação e manejo da área em longo prazo.

CAPÍTULO II

**Comportamento de nidificação de duas espécies de *Centris*
(Hymenoptera, Apidae, Centridini) em áreas com diferentes
impactos antrópicos**

SUMÁRIO

Resumo	36
Abstract	37
1. Introdução	38
2. Objetivos	39
3. Materiais & Métodos	39
3.1 Áreas de estudo	39
3.2 Coleta de dados	40
3.2.1 Ninhos-armadilha	40
3.2.2 Razão sexual e disposição dos sexos	40
3.3 Análise dos dados	41
4. Resultados	42
4.1 Sazonalidade na nidificação em ninhos-armadilha	42
4.2 Razão sexual e disposição dos sexos	44
4.3 Tempo de desenvolvimento	45
4.4 Tamanho dos adultos e volume de suas respectivas células	48
4.5 Arquitetura dos ninhos construídos	49
4.6 Mortalidade e inimigos naturais	52
5. Discussão	54
6. Conclusão	57

RESUMO

Aspectos ecológicos e da arquitetura dos ninhos de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) e *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 foram analisados comparativamente em áreas com diferentes impactos humanos: (1) *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense e (2) fragmento de floresta secundária de Mata Atlântica, RJ, Brasil. Dois tipos de ninhos-armadilha, gomos de bambu e tubos de cartolina, foram instalados durante 18 meses no campo. *C. analis* e *C. tarsata* fundaram, respectivamente, 25 e 53 ninhos no *campus* da UENF e *C. analis* fundou 24 ninhos no fragmento florestal. *C. analis* utilizou os dois tipos de ninhos-armadilha, enquanto *C. tarsata* utilizou somente de bambu, sem sobreposição nos diâmetros mais utilizados. A maior atividade ocorreu na estação chuvosa, com picos não sobrepostos entre as espécies ao longo do ano. A razão sexual foi 1:1 para as duas espécies no *campus*; porém, esta foi desviada para fêmea no caso de *C. analis* no fragmento florestal. Fêmeas das duas espécies foram produzidas principalmente nas primeiras células e machos apresentaram menor tempo de desenvolvimento. *C. analis* e *C. tarsata* foram parasitados por *Coelioxys* sp e Bombylidae, respectivamente, e a mortalidade foi maior na fase larval. Os dados indicam que, na região estudada, populações de *C. tarsata* apresentam preferência por ambientes abertos e com alto grau de antropização, enquanto que os ninhos de *C. analis* são menos abundantes e ocorrem em diferentes habitats. O longo período de atividade, o grande número de células construídas por ninho e a adaptação a ambientes antrópicos fazem de *C. tarsata* espécie de grande potencial para criação visando manejo em áreas urbanas e agrícolas na região.

Palavras-chave: abelhas solitárias, ninhos-armadilha, área urbana, comunidade.

ABSTRACT

Ecological aspects and nest architecture of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) e *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 were comparatively analyzed in areas with different human impacts: (1) *campus* of Universidade Estadual do Norte Fluminense and (2) secondary forest fragment of Atlantic Forest, RJ, Brazil. Two types of trap-nests, bamboo canes and cardboard tubes, were installed during 18 months in the field. *C. analis* and *C. tarsata* founded respectively 25 and 53 nests on the UENF *campus* and *C. analis* founded 24 nests in the forest fragment. *C. analis* used the two types of trap-nests, while *C. tarsata* used bamboo only, with no overlap in diameters most commonly used. Major activity occurred in the rainy season, with peaks not overlapping between species. The sex ratio was 1:1 for both species on *campus*, but this was skewed towards females in the case of *C. analis* in the forest fragment. Females of both species were produced mainly in the first cells and males had a smaller development time. *C. analis* and *C. tarsata* were parasitized by *Coelioxys* sp and Bombyliidae, respectively and mortality was higher in the larval stage. The data indicate that in the region studied, populations of *C. tarsata* have a preference for open habitats with a high degree of human disturbance, while nests of *C. analis* are less abundant occurring in different habitats. The long period of activity, the large number of cells per nest built and adaptation to impact areas, make *C. tarsata* a potential species for management in urban and agricultural areas in the region.

Key words: solitary bees, trap-nests, urban area, community.

1 Introdução

A crescente expansão urbana e alterações antrópicas dos ecossistemas, ocorridas pelo desenvolvimento agrícola e fragmentação dos habitats, têm provocado modificações nas comunidades de polinizadores (Vamosi *et al.*, 2006). Conseqüentemente a polinização de diversas espécies vegetais nativas pode ser diretamente afetada. Portanto, informações sobre a resposta desses polinizadores a diferentes níveis de urbanização podem ser utilizadas para amenizar os impactos do processo de urbanização nos biótopos naturais (Zanette, 2001). Ainda, estudos com polinizadores em áreas antrópicas permitem o conhecimento deste grupo e do seu uso potencial em programas de recomposição de áreas nativas e de polinização dirigida em áreas agrícolas.

O gênero *Centris* Fabricius, 1804 tem distribuição no continente americano e reúne espécies distribuídas em 12 subgêneros (Moure *et al.*, 2008). Estas abelhas apresentam hábitos de nidificação bastante diversificados, em grande parte, relacionados aos subgêneros reconhecidos (Coville *et al.*, 1983). As espécies dos subgêneros *Hemisiella* Moure, 1945, *Heterocentris* Cockerell, 1899 e *Xanthemisia* Moure, 1945 nidificam, exclusivamente, em cavidades preexistentes, como por exemplo, em orifícios na madeira e nos troncos de árvores. Este comportamento permite a utilização de substratos artificiais, conhecidos como ninhos-armadilha, para a obtenção de ninhos destas espécies (Frankie *et al.*, 1988; Silva *et al.*, 2001; Viana *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004).

Em estudos com ninhos-armadilha em diferentes habitats brasileiros, é comumente observada a predominância de espécies do gênero *Centris* (Morato & Campos 2000; Viana *et al.*, 2001; Aguiar *et al.*, 2005) e algumas delas como *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874, foram estudadas em diversos aspectos da biologia da nidificação (Silva *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004; Mendes & Rego, 2007). Entretanto, apesar da ampla distribuição, grande abundância e de serem considerados polinizadores-chave na manutenção de muitas espécies vegetais (Schlindwein, 2000), alguns aspectos da biologia de nidificação de *Centris* são ainda pouco conhecidos (Jesus & Garófalo, 2000; Silva *et al.*, 2001; Drummond *et al.*, 2008). Dentre estes, podem ser citados o tempo de desenvolvimento das larvas, a distribuição dos sexos nos ninhos fundados e a mortalidade nos diferentes estádios do desenvolvimento. Neste capítulo, são apresentados dados relevantes para um

maior conhecimento da biologia destas espécies, e para a avaliação do seu uso potencial para o manejo visando à polinização de plantas nativas e cultivadas.

2 Objetivos

- Descrever o tempo de desenvolvimento das larvas, a distribuição dos sexos nos ninhos fundados e os inimigos naturais de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) e *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874;
- Verificar como as populações das duas espécies respondem a ambientes com diferentes impactos antrópicos quanto à sazonalidade de nidificação e emergência, materiais coletados para construção dos ninhos e interação com inimigos naturais;
- Indicar qual espécie tem melhor potencial para manejo visando à polinização, tendo como critérios a abundância de ninhos construídos, tempo de atividade de nidificação ao longo do ano e preferência pelos substratos oferecidos para nidificarem.

3 Materiais & Métodos

3.1 Áreas de estudo

As áreas de estudo são as mesmas que foram apresentadas no capítulo I desta dissertação, Mata do Mergulhão e *campus* da UENF. Descrições das áreas estão contidas em Silva *et al.* (2008), Silva-Júnior (2008) e Silva-Neto (2008).

3.2 Coleta de dados

A descrição da coleta de dados é a mesma apresentada no capítulo I desta dissertação, onde dados referentes à *C. analis* e *C. tarsata*, foram coletados na Mata do Mergulhão e comparados com os registrados por Silva-Júnior (2008) no *campus* da UENF, utilizando-se na amostragem destas espécies a técnica de ninhos-armadilha.

3.2.1 Ninhos-armadilha

Após a emergência dos adultos, os ninhos foram levados para análise, descrição e fotografia da arquitetura interna, além das medidas das principais características estruturais (conforme Krombein, 1967): (i) comprimento do ninho-armadilha, do ninho construído, das células de cria e vestibular, do tampão final, (ii) largura e volume da célula de cria e da célula vestibular e (iii) espessura da partição.

O volume das células foi calculado pela fórmula pr^2h (volume do cilindro), onde $p = 3,14$; r = largura da célula e h = comprimento da célula, conforme sugerido em Silva *et al.* (2001).

O tamanho dos adultos foi avaliado pela largura máxima da cabeça, medida entre as bordas externas dos olhos, na altura dos alvéolos antenais, tomada sob estereomicroscópio, em aumento de 20x.

3.2.2 Razão sexual e disposição dos sexos

Dos ninhos coletados também foram registrados a razão sexual, a disposição dos sexos nas células, o número e tipo de células, o tipo de material utilizado para construção e provisionamento do ninho, inimigos naturais associados e mortalidade nos diferentes estádios do desenvolvimento. A razão sexual foi determinada calculando-se a proporção do número de fêmeas em relação ao número de machos.

Para a coleta de dados sobre a disposição dos sexos nas células, os ninhos concluídos nas duas áreas de estudo foram abertos, e as células de cria, foram colocadas individualmente em recipientes acrílicos numerados seqüencialmente, com tampas perfuradas para a passagem de ar, permitindo o desenvolvimento dos imaturos, que foram acompanhados até a emergência.

3.3 Análise dos dados

A normalidade de todas as variáveis analisadas neste trabalho foi testada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados com distribuição normal foram analisados por meio do Teste t de Student e correlação de Pearson (r), enquanto que para aqueles que não apresentaram distribuição normal, utilizou-se o teste de Mann-Whitney e correlação de Spearman (r_s).

Os seguintes parâmetros foram comparados entre fêmeas e machos: (1) volume das células; (2) largura da cabeça dos indivíduos emergentes; (3) tempo de emergência. Possíveis correlações entre o número de ninhos fundados e a pluviosidade e temperatura mensal, bem como entre o tamanho dos indivíduos e o volume de suas respectivas células, foram testadas.

Teste do qui-quadrado (χ^2) foi empregado para analisar se houve diferenças significativas entre as proporções esperadas e obtidas de machos e fêmeas.

Os dados foram analisados com auxílio do programa SYSTAT para WINDOWS versão 10.2.

Nas análises probabilísticas considerou-se $\alpha = 0,05$.

4 Resultados

4.1 Sazonalidade na nidificação em ninhos-armadilha

Durante o período de amostragem foram fundados 25 ninhos de *Centris (Heterocentris) analis* e 53 ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* no *campus* da UENF, e 24 ninhos de *Centris analis* na Mata do Mergulhão. Em ambas as áreas, as nidificações de *C. analis* e *C. tarsata* ocorreram principalmente na estação chuvosa. *C. analis* apresentou um menor período de atividade, iniciando em meados da estação chuvosa (janeiro-fevereiro) e estendendo-se até o final desta estação (maio-junho) (Fig. 1 e Fig. 2). Diferentemente, *C. tarsata* apresentou atividade ao longo de todo o ano, porém com maior frequência no início da estação chuvosa (Fig. 1). No *campus* da UENF as duas espécies apresentaram sobreposição temporal de atividade de nidificação, porém seus respectivos picos de atividade não se sobrepuseram, sendo que *C. tarsata* nidificou durante um período mais longo.

A frequência de nidificação de *C. analis* apresentou baixa correlação com a precipitação mensal, sendo positiva no *campus* da UENF ($r = 0,318$; $p > 0,05$) e negativa na Mata do Mergulhão ($r = -0,234$; $p > 0,05$). Para *C. tarsata* no *campus* da UENF esta correlação foi significativa ($r = 0,566$; $p < 0,05$). Houve correlação positiva da frequência de nidificação com a temperatura média mensal para *C. analis* ($r = 0,548$; $p < 0,05$) e *C. tarsata* ($r = 0,415$; $p < 0,05$) no *campus* da UENF, mas não para *C. analis* ($r = 0,045$; $p > 0,05$) na Mata do Mergulhão.

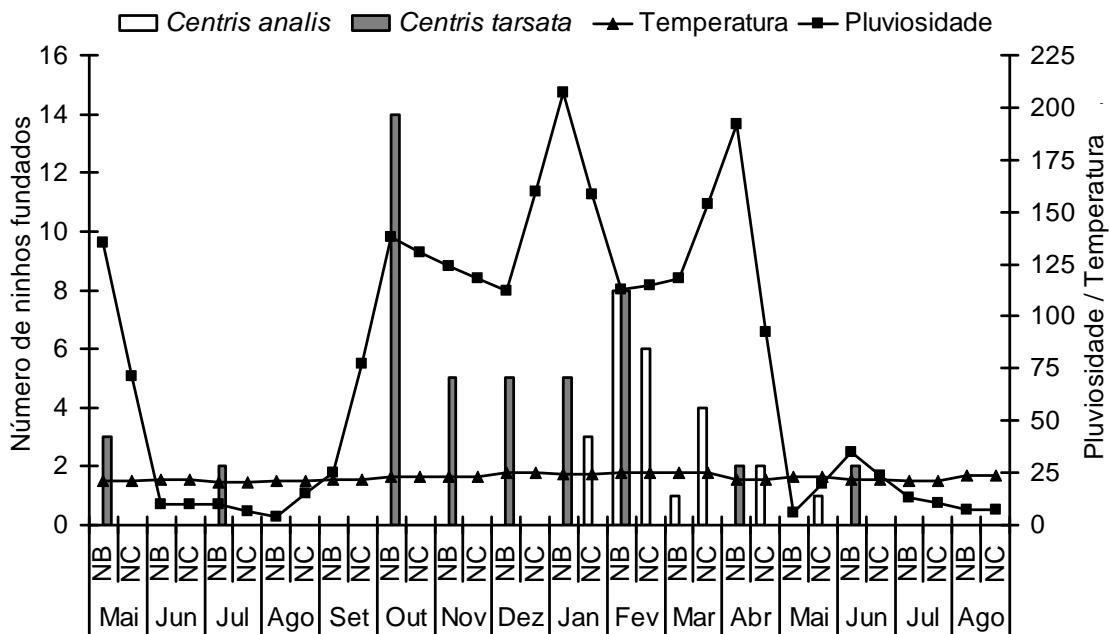


Figura 1 – Variação nos índices mensais de pluviosidade (mm), temperatura média (°C) e freqüência de ninhos de *Centris analis* e *Centris tarsata* coletados no campus da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008). NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina.

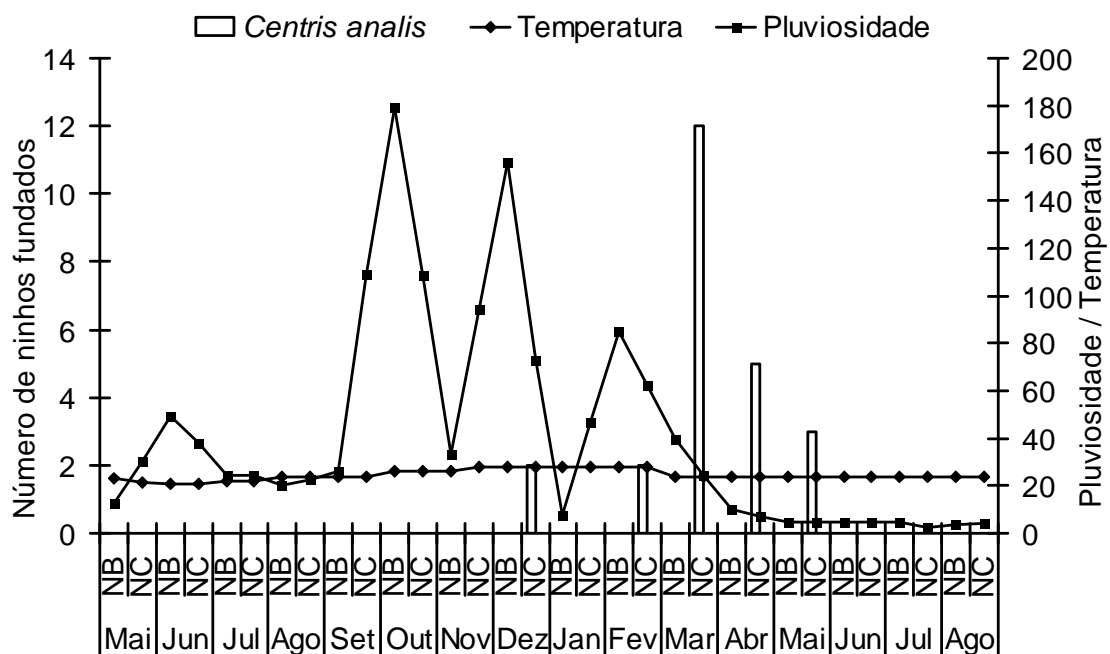


Figura 2 – Variação nos índices mensais de pluviosidade (mm), temperatura média (°C) e freqüência de ninhos de *Centris analis* coletados na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010. NB = ninho em bambu, NC = ninho em cartolina.

4.2 Razão sexual e disposição dos sexos nos ninhos

Nos ninhos analisados de *C. analis* no *campus* da UENF (n = 25) foram construídas 100 células de cria, de onde emergiram 52 adultos, sendo 25 fêmeas (48%) e 27 machos (52%), resultando na razão sexual de 1:1,08 ($x^2 = 0,17$; df = 1,0; p = 0,68). Na Mata do Mergulhão *C. analis* construiu 88 células de cria (n = 24 ninhos), das quais emergiram 28 fêmeas (76%) e nove machos (24%), apresentando a razão sexual de 1:0,32 ($x^2 = 9,75$; df = 1,0; p = 0,00).

De um total de 220 células dos ninhos fundados por *C. tarsata* (n = 53) emergiram 31 fêmeas e 34 machos, representando uma razão sexual de 1:1,1 ($x^2 = 0,24$; df = 1,0; p = 0,62). A emergência de *C. analis* nas duas áreas e de *C. tarsata* no *campus* da UENF ocorreu principalmente na estação chuvosa (Fig. 3).

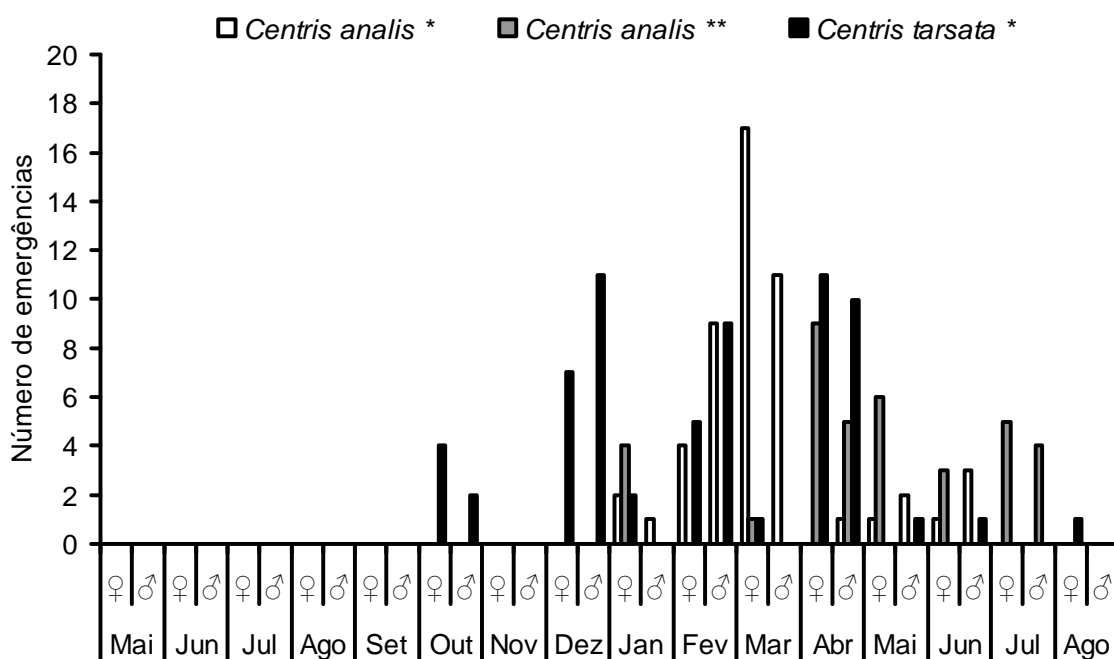


Figura 3 – Frequência de emergência de *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (*) entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão (**) entre maio de 2009 e agosto de 2010.

Para as duas espécies foi observado que, da primeira célula, emergiram predominantemente fêmeas, enquanto que a partir da 2ª célula fêmeas e machos emergiram em proporções similares, e nas células seguintes a emergência de machos foi maior que à de fêmeas (Fig. 4).

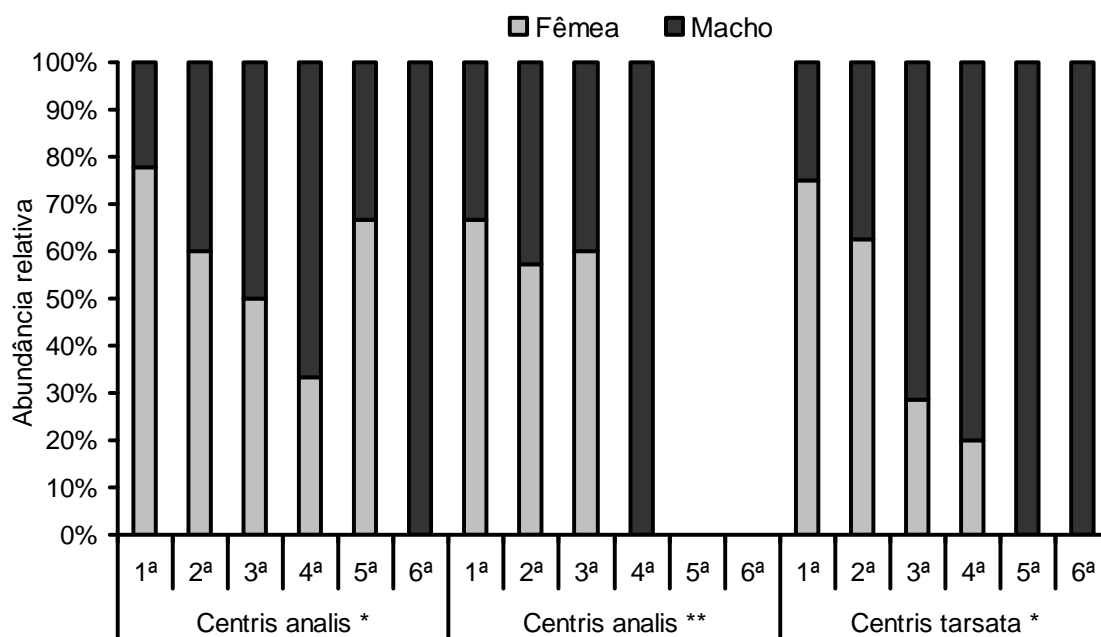


Figura 4 – Distribuição dos sexos nos ninhos fundados por *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (*) (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão (**). A numeração das células foi feita a partir da mais interna na cavidade, ou seja, a primeira a ser construída.

4.3 Tempo de desenvolvimento

Para *C. tarsata* o intervalo entre a coleta dos ninhos e a emergência de fêmeas variou de 41 a 92 dias para fêmeas (mediana = 57,3; n = 31), enquanto que para os machos variou entre 36 a 88 dias (mediana = 55; n = 34), não sendo significativa a variação entre os sexos (U = 270,000; p = 0,329) (Fig. 5).

Para *C. analis* no *campus* da UENF este intervalo para fêmeas variou de 30 a 71 dias (mediana = 52; n = 25), enquanto que para machos este valor variou entre 35 e 71 dias (mediana = 52,3; n = 27) (Fig. 6), não havendo diferença significativa desta variação entre os sexos (t = 0,579; p = 0,568). Este intervalo obtido para os ninhos de *C. analis* da Mata do Mergulhão variou de 20 a 53 dias para fêmeas

(mediana = 32,5; n = 28) e entre 26 e 48 dias para machos (mediana = 30; n = 9), e também não houve diferença significativa entre os sexos ($t = 0,184$; $p = 0,860$) (Fig. 7).

Foi observado que as fêmeas de *C. analis* no *campus* da UENF tiveram um tempo de desenvolvimento significativamente maior ($U = 26,500$; $p = 0,000$) do que as fêmeas emergentes da Mata do Mergulhão. Esta diferença também foi verificada na comparação do tempo de desenvolvimento dos machos nas duas áreas ($t = -3,153$; $p = 0,013$).

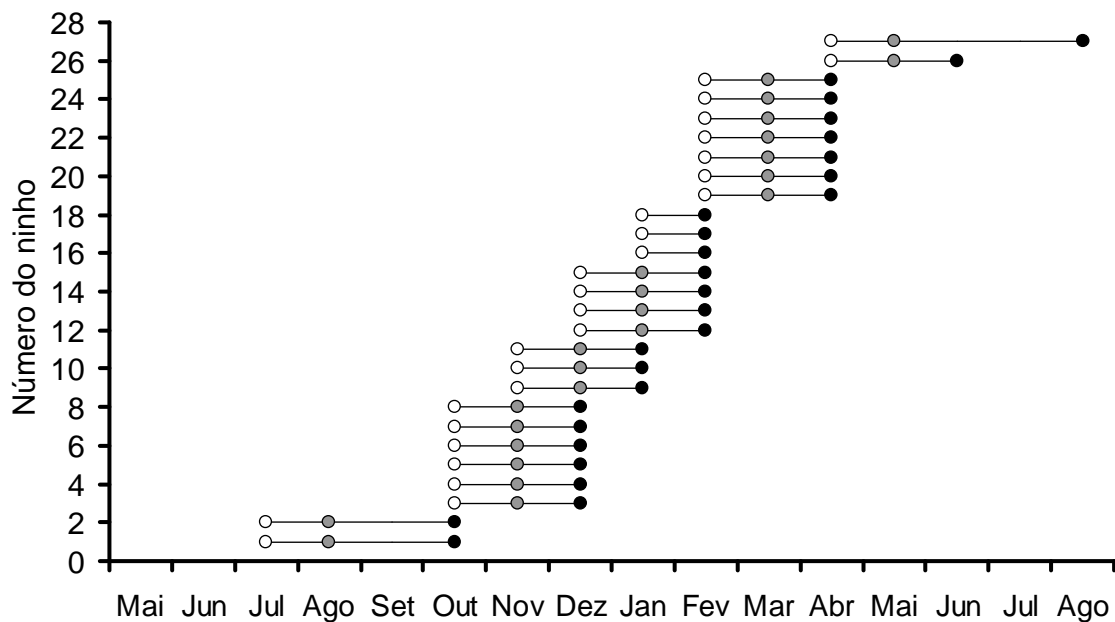


Figura 5 – Intervalo em dias (–) entre a coleta (○) do ninho, a primeira e a última emergência (●) de indivíduos produzidos em ninhos de *Centris tarsata* fundados no *campus* da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008).

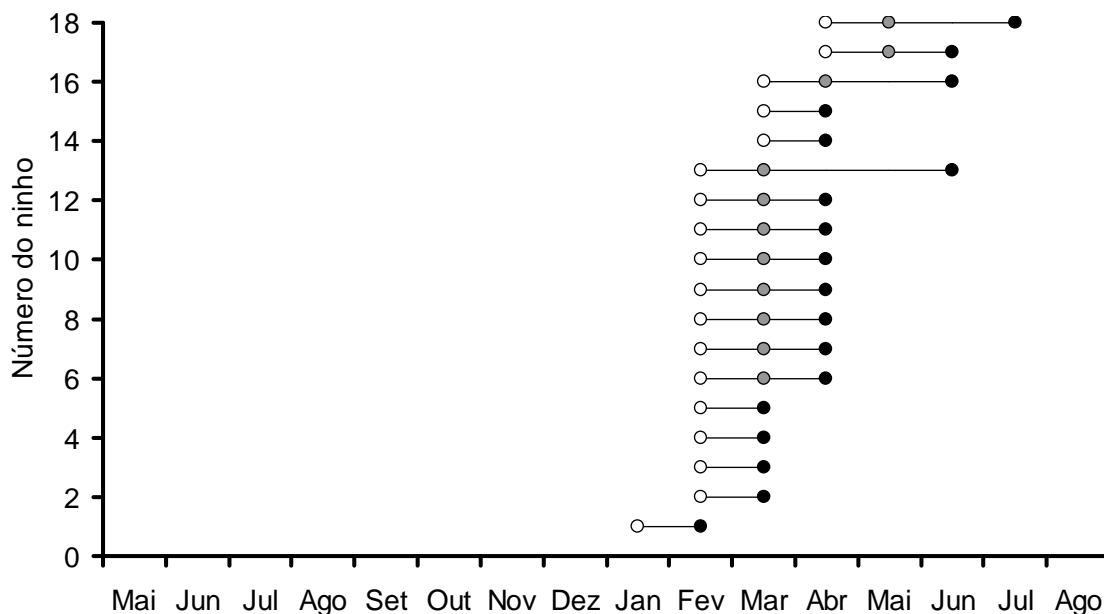


Figura 6 – Intervalo em dias (–) entre a coleta (○) do ninho, a primeira e a última emergência (●) de indivíduos produzidos em ninhos de *Centris analis* fundados no campus da UENF entre maio de 2007 e agosto de 2008 (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008).

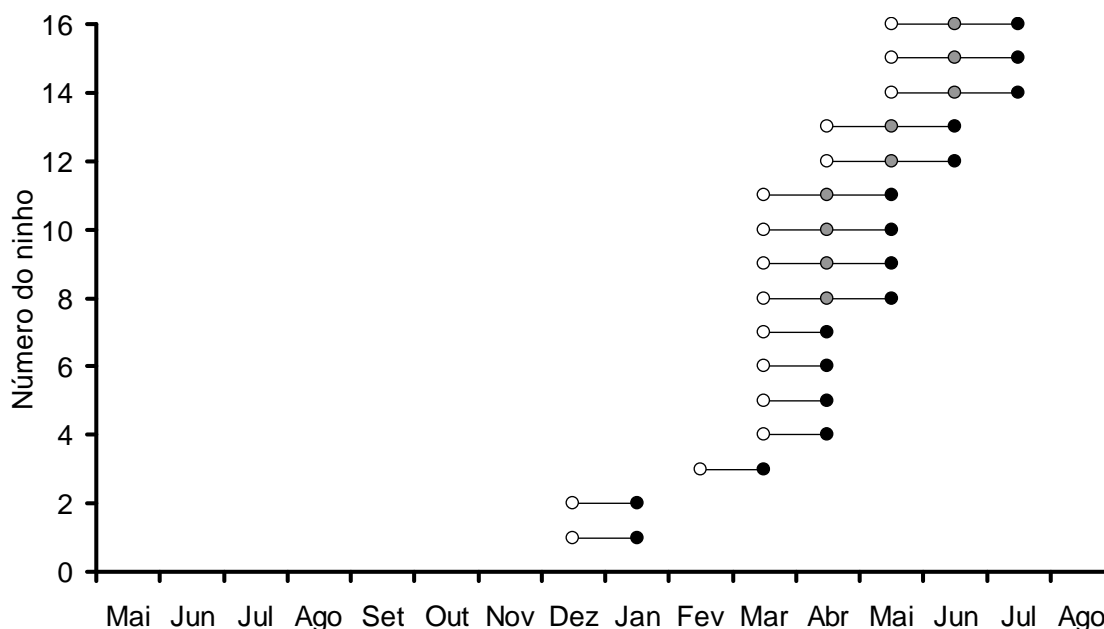


Figura 7 – Intervalo em dias (–) entre a coleta (○) do ninho, a primeira e a última emergência (●) de indivíduos produzidos em ninhos de *Centris analis* fundados na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010.

4.4 Tamanho dos adultos e volume de suas respectivas células

A largura da cabeça das fêmeas e dos machos de *C. analis* no *campus* da UENF variou de 3,1 a 4,1mm ($3,77 \pm 0,26$; $n = 25$) e 2,7 a 3,9mm ($3,53 \pm 0,27$; $n = 27$), respectivamente. Os machos são significativamente menores que as fêmeas ($U = 530,000$; $p = 0,000$). Para esta mesma espécie, na Mata do Mergulhão, o tamanho das fêmeas variou de 3,1 a 4,1mm ($3,70 \pm 0,30$; $n = 28$), enquanto que a dos machos, significativamente menor ($t = 4,627$; $p = 0,000$) foi de 3,2 a 3,9mm ($3,30 \pm 0,20$; $n = 9$). Não há diferença significativa entre o tamanho das fêmeas das duas áreas ($U = 444,500$; $p = 0,091$). Entretanto, os machos do *campus* da UENF são significativamente maiores ($U = 206,500$; $p = 0,002$) do que os da Mata do Mergulhão.

O tamanho das fêmeas e dos machos de *C. tarsata* variou de 3,80 a 4,75mm ($4,4 \pm 0,20$; $n = 31$) e 3,55 a 4,40mm ($4,0 \pm 0,16$; $n = 34$), respectivamente, sendo que as fêmeas são significativamente maiores do que os machos ($U = 753,000$; $p = 0,002$). No *campus* da UENF, as fêmeas e os machos de *C. tarsata* foram significativamente maiores do que as fêmeas ($U = 811,000$; $p = 0,000$) e machos ($U = 804,000$; $p = 0,000$) de *C. analis*.

O volume das células de fêmeas e machos de *C. analis* não diferiu significativamente em nenhuma das áreas (*campus* da UENF: $U = 432,000$; $p = 0,083$; Mata do Mergulhão: $t = 0,288$; $p = 0,775$) e também não houve diferença significativa entre o volume das células de fêmeas ($U = 0,830$; $p = 0,488$) e machos ($U = 76,500$; $p = 0,10$) de *C. analis* entre as duas áreas.

Foi verificada correlação entre o volume das células e o tamanho de fêmeas ($r = 0,589$; $p < 0,05$) e machos ($r_s = 0,607$; $p < 0,05$) de *C. analis* no *campus* da UENF, assim como para as fêmeas ($r = 0,041$; $p > 0,05$) e machos ($r_s = 0,093$; $p > 0,05$) emergentes da Mata do Mergulhão.

O volume das células de fêmeas e machos de *C. tarsata* não diferiu significativamente ($t = 0,829$; $p = 0,410$). Foi verificada uma correlação entre o volume das células e o tamanho de fêmeas ($r_s = 0,228$; $p > 0,05$) e de machos ($r = 0,115$; $p > 0,05$) desta espécie.

4.5 Arquitetura dos ninhos construídos

Os diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados por *C. analis* variaram entre 4 e 8mm, em ninhos-armadilha de cartolina e de bambu, sendo os menores construídos em cartolina. A ocupação de ninhos de cartolina foi maior do que a observada em bambu. Por outro lado, *C. tarsata* nidificou apenas em bambu, construindo seus ninhos preferencialmente nos diâmetros acima de 10mm (Fig. 8).

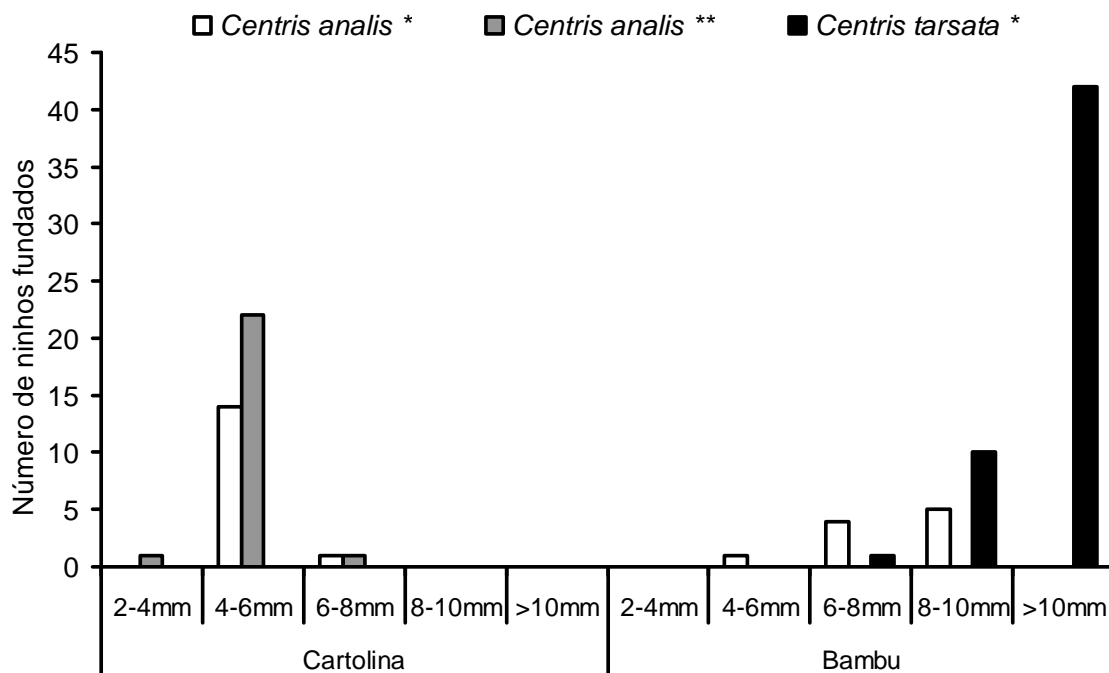


Figura 8 – Variação nos diâmetros dos ninhos-armadilha de cartolina e bambu utilizados por *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (*) (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão (**).

O número de células construídas por ninho de *C. analis* no *campus* da UENF variou entre dois e dez ($5,5 \pm 3,3$; $n = 45$) em bambu, e entre três e cinco ($4,4 \pm 0,63$; $n = 55$) em cartolina. Na Mata do Mergulhão este valor variou entre três e seis células ($4,5 \pm 0,9$; $n = 88$). Para *C. tarsata*, este número variou de um a 12 ($4,8 \pm 3,16$; $n = 220$) (Fig. 9).

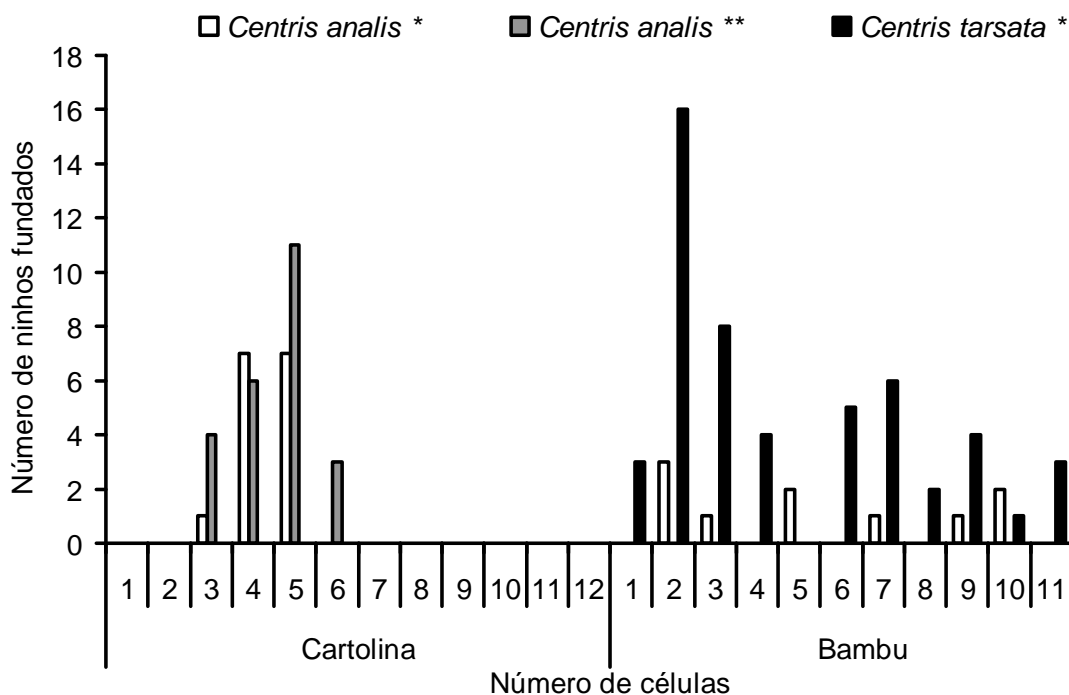


Figura 9 – Número de células fundadas em ninhos de cartolina e bambu por *Centris analis* e *Centris tarsata* no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão, durante o período de estudo.

A única diferença observada em ninhos de *C. analis* fundados nas duas áreas foi quanto à composição das paredes das células de cria: na Mata do Mergulhão foram construídas com óleo e areia, e no *campus* da UENF com óleo e fibras vegetais. Nos ninhos de *C. tarsata*, as células e divisórias também eram composta de areia misturada a óleos florais. Entretanto, diferentemente de *C. analis*, as células se encontravam oblíquas em relação ao plano horizontal, dispostas em seqüência linear ou em fileira dupla.

As principais medidas dos ninhos das duas espécies podem ser vistas na tabela 1. Os parâmetros cujas medidas variaram significativamente para *C. analis* na Mata do Mergulhão e no *campus* da UENF foram: comprimentos da célula de cria ($t = -8,971$; $p < 0,00$) e largura da célula vestibular ($U = 119,500$; $p = 0,011$), maiores na Mata do Mergulhão, e comprimento do tampão de fechamento ($U = 138,500$; $p = 0,004$), largura da célula de cria ($t = 4,411$; $p = 0,000$) e espessura da partição ($t = 12,284$; $p = 0,00$), maiores no *campus* da UENF.

Tabela 1 – Principais medidas estruturais dos ninhos de *Centris analis* e *Centris tarsata* em ninhos-armadilha no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ. Valores apresentados em média \pm desvio padrão.

Parâmetros	<i>Centris analis</i> (UENF)			<i>Centris analis</i> (Mata do Mergulhão)			<i>Centris tarsata</i> (UENF)			
	N	Variação	Média \pm dp	N	Variação	Média \pm dp	N	Variação	Média \pm dp	
Diâmetro	NA	25	0,45 - 4,88	0,70 \pm 0,83	24	0,47 - 0,73	0,58 \pm 0,07	53	0,80 - 2,10	1,39 \pm 0,23
Comprimento	NA	25	7,10 - 19,90	10,84 \pm 4,63	24	7,99 - 9,99	9,15 \pm 0,54	53	14,20 - 24,80	19,74 \pm 1,71
	NF	25	2,55 - 15,94	7,62 \pm 3,35	24	4,06 - 9,99	7,34 \pm 1,47	53	1,80 - 12,90	6,95 \pm 2,24
	CC	100	0,28 - 1,52	1,03 \pm 0,22	88	1,06 - 2,00	1,30 \pm 0,15	220	0,37 - 1,85	0,92 \pm 0,23
	CV	21	0,67 - 3,85	1,62 \pm 0,97	21	0,61 - 6,05	1,86 \pm 1,38	-	-	-
	TF	26	0,08 - 0,38	0,23 \pm 0,09	21	0,09 - 0,37	0,16 \pm 0,07	-	-	-
Largura	CC	100	0,45 - 0,93	0,65 \pm 0,15	88	0,47 - 0,73	0,58 \pm 0,06	220	0,41 - 1,34	0,72 \pm 0,15
	CV	21	0,45 - 0,93	0,55 \pm 0,13	21	0,47 - 0,73	0,60 \pm 0,07	-	-	-
Volume	CC	100	0,17 - 3,09	1,48 \pm 0,78	88	0,75 - 2,65	1,40 \pm 0,40	220	0,29 - 4,83	1,53 \pm 0,75
	CV	21	0,48 - 1,56	1,88 \pm 2,27	21	0,68 - 6,82	2,10 \pm 1,60	-	-	-
Espessura	P	95	0,08 - 0,49	0,25 \pm 0,07	109	0,09 - 0,40	0,15 \pm 0,05	215	0,07 - 0,96	0,15 \pm 0,08

NA = ninho-armadilha, NF = ninho fundado, CC = célula de cria, CV = célula vestibular, TF = tampão de fechamento, P = partição.

4.6 Mortalidade e inimigos naturais

A mortalidade observada nos ninhos de *C. analis* representou 48% das células (n = 100) *campus* da UENF e 42% das células (n = 88) na Mata do Mergulhão. Para *C. tarsata*, a mortalidade atingiu 70% das células (n = 155).

A mortalidade das duas espécies ocorreu principalmente na fase de larva (Tab. 2) e atingiu todas as células de sete (28%) e de 20 ninhos (44%) de *C. analis* e *C. tarsata*, respectivamente, no *campus* da UENF. Na Mata do Mergulhão, esta porcentagem foi de 33% (oito ninhos) para *C. analis*.

Na Mata do Mergulhão emergiu um indivíduo de *Coelioxys* sp (Megachilidae) de um ninho de *C. analis*. No *campus* da UENF emergiu uma espécie parasita de Bombylidae (Diptera) de um ninho de *C. tarsata*.

Tabela 2 – Mortalidade de *Centris analis* e *Centris tarsata* em ninhos-armadilha no *campus* da UENF (dados extraídos de Silva-Júnior, 2008) e na Mata do Mergulhão, Campos dos Goytacazes, RJ.

	Espécie	Nº de NF	Nº de CC	Nº de emergências	Mortalidade (%)	Nº de mortalidade / Estádio			
						Ovo	Larva	Pupa/Imago	
	<i>Centris analis</i> (UENF)	25	100	52	48%	13	24	11	
	<i>Centris tarsata</i> (UENF)	53	220	65	70%	25	90	40	
NF =	<i>Centris analis</i> (MATA)	24	88	37	58%	12	22	17	ninho

fundado, CC = célula de cria.

5 Discussão

A ausência de *C. tarsata* na Mata do Mergulhão e sua alta frequência no *campus* da UENF sugere a preferência desta espécie por área aberta, corroborando dados de outros estudos (Pérez-Maluf, 1993; Mendes & Rego, 2007). Entretanto, este não parece ser um padrão geral, já que em um estudo realizado no Nordeste brasileiro, Aguiar & Garófalo (2004) verificaram que *C. tarsata* nidifica tanto em áreas ensolaradas e quentes com vegetação aberta, como dunas de areias, quanto em floresta estacional semidecidual. Diferentemente, *C. analis* ocorreu em frequência de ninhos semelhante entre os locais de amostragem. Resultado semelhante foi encontrado em diferentes ecossistemas. Frankie *et al* (1988) na Costa Rica, não verificaram que *C. analis* não demonstrou preferência por um habitat em particular. Já Morato & Campos (2000) observaram maior abundância de *C. analis* em áreas abertas na Amazônia. Provavelmente, as duas espécies possuem plasticidade quanto às condições climáticas, aos recursos e a qualidade do habitat, nidificando assim em áreas com diferentes formações e fitofisionomias, como por exemplo, em restinga no estado do Rio de Janeiro (Reis, 2006) e no semi-árido da Paraíba (Guedes & Zanella, 2006).

O número de células produzidas por ninho de *C. analis* foi maior no *campus* da UENF e os machos produzidos nestas células, assim como o tempo de desenvolvimento, foi maior na área urbana do que na área de floresta. Portanto, a simpatria com *C. tarsata* na área urbana não parece afetar a população de *C. analis*, uma vez que estas espécies nidificam preferencialmente em diferentes substratos e diâmetros, além de nidificarem com maior frequência em diferentes períodos do ano.

A maior atividade de *C. analis* na estação chuvosa corrobora o padrão encontrado por outros autores que verificaram maior atividade de Centridini no período chuvoso (Mendes & Rego, 2007, Drummond *et al.*, 2008). Assim como o observado por Gonçalves & Zanella (2003), *C. tarsata* mostrou maior período de atividade de nidificação, embora com maior intensidade durante a estação chuvosa. Os picos de atividade das duas espécies, entretanto, não se sobrepuseram.

Os diâmetros preferencialmente ocupados por *C. analis* e *C. tarsata* no presente estudo (6-8 e acima de 10mm, respectivamente) estão incluídos na variação de diâmetros utilizados por estas espécies em outros estudos. É sabido que cavidades com diâmetro de 8 a 10mm são preferencialmente utilizadas por

Centris, tendo sido registrada para espécies dos subgêneros *Hemisiella* (Silva *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004; Aguiar *et al.*, 2005) e *Heterocentris* (Frankie *et al.*, 1993; Jesus & Garófalo, 2000). Entretanto, as duas espécies estudadas neste trabalho não se sobrepõem quanto à utilização das cavidades, mostrando diferenças na utilização de tipos e diâmetros de ninhos-armadilha. A escolha do diâmetro da cavidade pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles: tamanho corporal das fêmeas fundadoras, disponibilidade de cavidades adequadas à fundação (Krombein, 1967), gasto energético para a coleta do material de construção do ninho (Jesus & Garófalo, 2000, Aguiar *et al.*, 2005) e a abundância local de material de provisionamento das células de cria (Aguiar & Garófalo, 2004). No presente estudo, foi observado que o tamanho corporal das fêmeas de *C. tarsata* é maior do que as de *C. analis*, sendo que estas usaram cavidades maiores para nidificar. Portanto, espécies menores tenderiam a utilizar cavidades menores, evitando assim, gasto energético desnecessário. A diferença na escolha pelas cavidades pode ser útil no manejo destas espécies, uma vez que ao oferecer os diâmetros preferencialmente ocupados pelas fêmeas há possibilidade de se obter uma maior fundação de ninhos.

O tampão de fechamento dos ninhos de *C. analis* é coberto externamente com uma substância oleosa (Aguiar & Garófalo, 2004), fato observado em ambas as áreas. Segundo Jesus & Garófalo (2000), este óleo confere maior proteção ao ninho, proporcionando resistência física e conseqüente redução da invasão por parasitas. Entretanto, assim como observado por Aguiar & Garófalo (2004) a presença deste tampão não impediu a alta mortalidade de *C. analis* na Mata do Mergulhão.

Na Mata do Mergulhão houve maior produção de fêmeas de *C. analis*, diferentemente no *campus* da UENF, onde a razão sexual desta espécie foi próxima de 1:1. Estudos anteriores (Pérez-Maluf, 1993; Morato *et al.*, 1999) sugeriram que a razão sexual pode estar diretamente associada à abundância de recursos no ambiente, na medida em que a produção de fêmeas exigiria maior disponibilidade de recursos. Segundo esta hipótese, em períodos ou locais de maior escassez de alimento, a produção de machos seria privilegiada. Embora isso não tenha sido testado, o fragmento florestal estudado tem potencial para maior disponibilidade de recursos do que a área antrópica devido à considerável diversidade de espécies de plantas com flores ao longo do ano (Silva *et al.*, 2008). Neste caso, a maior produção de fêmeas no fragmento florestal talvez possa ser relacionada à maior disponibilidade de recursos para esta espécie nesta área.

Ocorreu correlação entre o sexo do emergente e a posição da célula no ninho das duas espécies de *Centris* estudadas. A maior frequência de fêmeas ocorreu nas primeiras células construídas em cada ninho, fato também observado por outros autores (Jesus & Garófalo, 2000; Silva *et al.*, 2001), e que estaria associada ao menor tempo de desenvolvimento dos machos que emergem antes das fêmeas. Entretanto, os dados deste trabalho mostraram ausência de diferença entre o tempo de emergência de machos e fêmeas. Deve-se considerar, porém, que a metodologia utilizada não permite determinar exatamente o período de desenvolvimento, mas indica um tempo mínimo. Mesmo assim, este dado nos dá indicação de que a emergência de machos e fêmeas é muito próxima no tempo e talvez a diferença entre eles seja de horas, não sendo detectado pela metodologia utilizada. Para as duas espécies não foi observada indicação de diapausa e ambas apresentam mais de uma geração ao ano. Aguiar & Garófalo (2004) verificaram a ocorrência de diapausa ocasional de imaturos de *C. tarsata* na estação seca como uma estratégia para superar as condições mais adversas deste período.

Ao compararmos as duas espécies, verificamos que as células de *C. tarsata* são significativamente maiores que *C. analis*, assim como os adultos, possibilitando assim diferenciá-las por estes parâmetros. Entretanto, não foi observada correlação significativa entre o tamanho corporal de fêmeas e machos e o volume de suas respectivas células entre uma mesma espécie, com exceção de *C. analis* no *campus* da UENF. Sabe-se que em abelhas o tamanho corporal dos emergentes está relacionado com a quantidade e/ou a qualidade do alimento recebido pela larva (Roulston & Cane, 2000). Outro fator que pode interferir no tamanho da prole é o volume das células, uma vez que maior quantidade de alimento pode ser aprovionada em células maiores. No presente trabalho, tais parâmetros (quantidade de alimento e tamanho do corpo da prole; quantidade de alimento e volume das células) não foram correlacionados entre si.

A mortalidade registrada foi maior do que a observada em outros estudos com *C. analis* (Jesus & Garófalo, 2000) e *C. tarsata* (Silva *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004; Aguiar *et al.*, 2005). Os fatores causais não puderam ser identificados, já que houve baixa emergência de parasitas. Os parasitas observados foram indicados por outros autores como frequentes em ninhos fundados por *Centris* (Morato *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000; Aguiar & Garófalo, 2004).

6 Conclusão

As duas espécies estudadas sugerem bom potencial para manejo visando à polinização de diferentes plantas nativas e cultivadas. A alta abundância de ninhos fundados e a não sobreposição dos períodos de maior nidificação ao longo do ano facilitaria à utilização das duas espécies na polinização de plantas com períodos específicos de floração. Os substratos ideais para manejar *C. tarsata* e *C. analis* são, respectivamente, bambu (com diâmetros acima de 10mm) e cartolina (diâmetro entre 4-8mm).

O longo período de atividade, o grande número de células construídas por ninho e a adaptação a ambientes antrópicos fazem de *C. tarsata* a espécie de maior potencial para criação visando manejo em áreas urbanas e agrícolas na região.

CAPÍTULO III

Comparação de aspectos ecológicos de *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Sausurre (Hymenoptera, Crabronidae, *Trypoxylini*) em duas áreas com diferentes impactos antrópicos

SUMÁRIO

Resumo	60
Abstract	61
1. Introdução	62
2. Objetivos	64
2.1 Objetivo geral	64
2.2 Objetivos específicos	64
3. Hipóteses	64
4. Materiais & Métodos	64
4.1 Áreas de estudo	64
4.2 Coleta de dados	65
4.2.1 Ninhos-armadilha	66
4.2.2 Razão sexual e disposição dos sexos nos ninhos	66
4.2.3 Presas capturadas por <i>Trypoxylon lactitarse</i>	67
4.3 Análise dos dados	67
5. Resultados	69
5.1 Uso dos substratos e sazonalidade na atividade de nidificação	69
5.2 Aspectos da história de vida	70
5.2.1 Investimento parental: número de células construídas	70
5.2.2 Razão sexual	70
5.2.3 Distribuição dos sexos nas células de cria	72
5.2.4 Relação entre o volume da célula de cria e o sexo produzido	73
5.2.5 Tamanho de fêmeas e machos emergentes	73
5.2.6 Relação entre o volume da célula e o tamanho dos emergentes	73
5.3 Estrutura dos ninhos e casulos	75
5.3.1 Descrição da estrutura	75
5.3.2 Relação entre o tipo de casulo e o sexo produzido	75
5.3.3 Relação entre o tipo de casulo e o volume da célula de cria	76
5.3.4 Relação entre o tipo de casulo e o volume do casulo	76
5.4 Alimento das larvas: presas capturadas	78
5.4.1 Espécies de aranhas	78
5.4.2 Período de amostragem das presas mais abundantes	79
5.4.3 Sazonalidade no uso de presas (jovens, machos e fêmeas)	80
5.4.4 Número e biomassa das aranhas capturadas	81
5.4.5 Riqueza de aranhas em cada célula de cria	83
5.4.6 Diversidade de presas e similaridade entre habitats	85
5.5 Mortalidade	86
6. Discussão	88
7. Conclusão	94

RESUMO

Aspectos ecológicos e da arquitetura dos ninhos de *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, 1867 foram analisados comparativamente em áreas com diferentes impactos humanos: (1) *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF e (2) fragmento de floresta secundária de Mata Atlântica, RJ, Brasil. Foram utilizados dois tipos de ninhos-armadilha, gomos de bambu e tubos de cartolina, instalados durante 18 meses no campo. *Trypoxylon lactitarse* fundou 31 e 76 ninhos no *campus* da UENF e no fragmento florestal, respectivamente. A razão sexual não variou significativamente de 1:1 para a população do *campus* da UENF, diferentemente do fragmento florestal, onde foi de 0,65:1. As fêmeas são produzidas principalmente nas primeiras células construídas e os machos nas últimas, com menor tempo de desenvolvimento. Não houve diferença significativa no período de desenvolvimento entre as duas áreas. A mortalidade foi maior em ambas as áreas na fase larval. Nas duas áreas foi verificado que (i) machos são significativamente menores que as fêmeas, assim como os volumes de suas células de cria; (ii) os dois tipos de casulos encontrados nas células de cria tem estruturas similares, tendo a forma definida pelo volume das células de cria. As células de cria foram provisionadas com aranhas, previamente paralisadas, em número variável de três a 15 (*campus* da UENF) e de duas a 28 aranhas (fragmento florestal). As biomassas das presas diferiram significativamente entre as duas áreas, sendo maiores no *campus* da UENF. Em ambas as áreas, Araneidae foi a família mais representativa, correspondendo a 99% dos indivíduos capturados no *campus* da UENF, e 78% no fragmento florestal. As espécies de aranhas mais coletadas no *campus* da UENF e no fragmento florestal foram, respectivamente, *Alpaida veniliae* (Keyserling, 1865) (92% dos indivíduos) e *Pronous tuberculifer* (Keyserling, 1881) (66%), ambas da família Araneidae. Populações de *T. lactitarse* em habitat aberto e em fragmento florestal mostram similaridade quanto ao período de nidificação, tipos de casulos, distribuição dos sexos e preferência por presas da família Araneidae. Estes parâmetros, portanto, não foram afetados pelos diferentes níveis de perturbações antrópicas entre os dois ambientes estudados.

Palavras-chave: *Trypoxylon*, comportamento, aranhas, ninhos-armadilha.

ABSTRACT

Ecological aspects and nest architecture of *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure, 1867 were investigated in areas with different human impacts: (1) *campus* of Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF and (2) secondary forest fragment of Atlantic Forest, RJ, Brazil. Were used two trap-nests, bamboo canes and cardboard tubes, installed during 18 months in the field. *Trypoxylon lactitarse* founded 31 and 76 nests on the UENF *campus* and in the forest fragment, respectively. The sex ratio of 1:1 did not vary significantly on UENF *campus*, differently of population in the forest fragment. This ratio has shifted to male in the forest fragment. Females are produced mainly in the first cells built and males in the last ones, with less development time. There was no significant difference in developmental period between the two areas. Mortality was higher in both areas in the larval stage. In both areas it was found that (i) males are significantly smaller than females, and the volumes of their brood cells, (ii) the two kinds of cocoons found in the brood cells have similar structures, having the shape defined by the brood volume. Brood cells were provisioned with spiders, previously paralyzed, varying in number from three to 15 (UENF *campus*) and two to 28 spiders (forest fragment). The biomass of prey differ significantly between the two areas, being heavier on the UENF *campus*. In both areas, the spider family Araneidae was more abundant, corresponding 99% of individuals captured on the UENF *campus* and 78% in the forest fragment. The spiders species more captured on the UENF *campus* and in the forest fragment were *Alpaida veniliae* (Keyserling, 1865) (92% of individuals) and *Pronous tuberculifer* (Keyserling, 1881) (66%), respectively. Populations of *T. lactitarse* in open habitat and forest fragment showed similarity to the nesting period, types of cocoons, the sex distribution and preference for prey of the family Araneidae. These parameters, therefore, were not affected by different levels of human disturbance between these two environments.

Key words: *Trypoxylon*, behavior, spiders, trap-nests.

1 Introdução

Foram descritas cerca de 30.000 espécies de vespas no mundo (Martins & Pimenta, 1993; O'Neill, 2001), sendo a maioria destas espécies de comportamento solitário que consiste na construção do ninho e provisionamento da prole por uma única fêmea (Evans & Eberhard, 1970). As vespas apresentam várias estratégias quanto à construção de seus ninhos, uma vez que estes podem ser expostos, escavados no solo ou construídos a partir da reutilização de cavidades pré-existentes (Krombein, 1967; Roubik, 1989). Nesta última categoria enquadram-se vespas das famílias Crabronidae, Vespidae e Pompilidae (Hanson & Gauld, 1995).

Com exceção da subfamília Masarinae (Vespidae) que coleta néctar e pólen, a maioria das vespas alimenta suas larvas com proteína animal (Daly *et al.*, 1998) e age como importantes predadores em diversos ecossistemas. Há várias famílias de vespas predadoras, destacando-se Crabronidae, Vespidae e Pompilidae, nas quais as fêmeas caçam, capturam e paralisam artrópodes para alimentarem os imaturos (Martins & Pimenta, 1993). As fêmeas de Vespidae predam em sua maioria larvas de Lepidoptera (Hanson & Gauld, 1995), enquanto outras espécies alimentam-se de outros artrópodes (LaSalle & Gauld, 1993). Na fase adulta, em geral, alimentam-se de néctar e também podem atuar como importantes agentes polinizadores (Faegri & Van der Pijl, 1979).

O gênero *Trypoxylon* Latreille, 1796 pertence à família Crabronidae e inclui cerca de 660 espécies de vespas solitárias cosmopolitas (Hanson & Gauld, 1995) distribuídas em dois subgêneros: *Trypoxylon* e *Trypargilum*. As fêmeas de *Trypargilum* constroem e provisionam seu ninho com aranhas (Coville, 1982). Entretanto, ao contrário de grande parte dos Crabronidae, os machos de *Trypargilum* geralmente apresentam um comportamento de guarda no ninho construído pela fêmea afugentando inimigos naturais, como moscas e vespas parasitas (Brockmann & Grafen, 1992).

Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse Saussure, 1867 tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo do sul do Canadá ao sul da Argentina (Coville, 1982). Apresenta hábito solitário, construindo seus ninhos em cavidades preexistentes, o que facilita o estudo de sua biologia através da técnica de ninhos-armadilha que consiste na oferta de cavidades artificiais para esses insetos nidificarem.

Diversos trabalhos com ninhos-armadilha em diferentes ecossistemas brasileiros abordaram questões sobre espécies de *Trypoxylon* quanto a sua abundância, riqueza e sazonalidade (Camillo *et al.*, 1995; Morato & Martins, 2006), arquitetura intranidal, utilização de presas e inimigos naturais (Coville & Coville, 1980; Garcia & Adis, 1995; Camillo & Brescovit, 1999a; Camillo & Brescovit, 2000; Buschini *et al.* 2006), comportamento do macho-guarda (Coville & Coville, 1980) e investimento parental (Peruquetti & Del Lama, 2003). Entretanto, para algumas espécies de *Trypoxylon* (*Trypargilum*), ainda não é totalmente conhecido questões específicas sobre o comportamento de nidificação, tais como as presas capturadas em diferentes ambientes e os diferentes tipos de casulos encontrados nos ninhos, como é o caso de *T. lactitarse*.

As fêmeas de *Trypoxylon* provisionam seus ninhos exclusivamente com aranhas. Tal comportamento pode fornecer informações sobre a representatividade da fauna local de aranhas (inclusive com coletas de presas em locais de difícil acesso ao homem, como apontado por Camillo & Brescovit, 1999b) e preferência de presas e relacionadas a estratégias de caça (Krombein, 1967, Camillo *et al.*, 1994; Camillo & Brescovit, 1999b). Estudos sobre a seleção e os tipos de presas capturadas pelas espécies de *Trypoxylon* vêm fornecendo importantes informações evolutivas e taxonômicas para este grupo (Genaro *et al.*, 1989). Foram observadas diferenças no número e composição de famílias de aranhas capturadas entre as espécies de *Trypargilum* (Krombein, 1967; Coville, 1982), e entre indivíduos da mesma espécie. Diferenças individuais podem estar relacionadas ao fato de que os indivíduos caçam em diferentes áreas e se tornam condicionadas a certos tipos de aranhas ou a certos tipos de comportamento de caça (Coville, 1982; Camillo & Brescovit, 1999a; Araújo & Gonzaga, 2007).

Embora *T. lactitarse* seja comumente observada em áreas antrópicas na Amazônia (Morato & Campos, 2000), São Paulo (Alves-dos-Santos, 2003) e Minas Gerais (Loyola & Martins, 2006), seu estudo na região Norte Fluminense se justifica pela alta frequência de ninhos desta espécie em diferentes ecossistemas na região, como restinga (Reis, 2006), floresta estacional (Cruz-Silva, 2009; Marques & Gaglianone, 2010), floresta ombrófila (este trabalho, capítulo I) e área antrópica (Silva-Júnior, 2008) e pela ausência de dados populacionais desta espécie para a região.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral:

- Apresentar comparativamente dados ecológicos de *Trypoxylon lactitarse* em duas áreas com diferentes impactos antrópicos no Norte Fluminense.

2.2 Objetivos específicos:

- Analisar aspectos populacionais relacionados à história de vida: razão sexual, tempo de desenvolvimento, tipos de casulos construídos e mortalidade.
- Identificar a composição de presas capturadas por *T. lactitarse* nas áreas de estudo ao longo das estações seca e chuvosa.

3 Hipóteses

- Populações de *T. lactitarse* mostram-se indiferentes quanto à utilização de presas e sazonalidade de nidificação em diferentes tipos de habitats em que nidificam devido tanto a sua plasticidade na captura de presas quanto na sua resistência a ambientes antropizados;
- Fêmeas de *T. lactitarse* capturam maior diversidade de aranhas em um pequeno fragmento de Mata Atlântica (Mata do Mergulhão) do que em uma área aberta (*campus* da UENF), reflexo de uma comunidade mais complexa.

4 Materiais & Métodos

4.1 Área de estudo

As áreas de estudo são as mesmas que foram apresentadas no capítulo I deste trabalho, Mata do Mergulhão e *campus* da UENF. Descrições das áreas estão contidas em Silva *et al* (2008), Silva-Júnior (2008) e Silva-Neto (2008).

4.2 Coleta de dados

Entre maio de 2009 a agosto de 2010 foram disponibilizados no *campus* da UENF 180 gomos de bambu (em 12 feixes de garrafas PET) e 90 tubos de cartolina inseridos em duas placas de madeira em um único ponto amostral, no Rancho Entomológico, que consiste de uma estante com duas prateleiras paralelas ao solo dispostas em diferentes alturas (1,2 m e 1,6 m) protegidas da incidência direta do sol e de chuvas (Fig. 1). Os ninhos-armadilha foram vistoriados diariamente.

Para a coleta de dados na Mata do Mergulhão utilizou-se a mesma metodologia apresentada no capítulo I, ninhos-armadilha de bambu e cartolina de diferentes diâmetros, distribuídos em quatro sítios amostrais, durante 16 meses, vistoriados mensalmente entre maio de 2009 e agosto de 2010.



Figura 1 – Rancho entomológico no *campus* da UENF: a) ninhos de bambu em garrafas PET, b) ninhos de cartolina inseridos em placa de madeira.

4.2.1 Ninhos-armadilha

Os ninhos concluídos, identificados principalmente pela presença do tampão de fechamento, foram coletados no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, levados ao Laboratório de Ciências Ambientais – LCA da UENF, e mantidos dentro de secções de mangueiras transparentes com as extremidades vedadas por algodão. Para cada ninho coletado foi feita uma etiqueta de identificação contendo numeração seqüencial, local e data de coleta. Estes foram substituídos por novas cavidades.

Através destes ninhos coletados foram obtidos dados de período de nidificação, emergência, tamanho dos emergentes, disposição dos sexos e razão sexual, que foi determinada pela razão entre o número de fêmeas e o número de machos obtido durante o período de amostragem.

4.2.2 Razão sexual e disposição dos sexos nos ninhos

Para analisar a disposição dos sexos nos ninhos e acompanhar os adultos emergentes nas células, 20% dos ninhos concluídos de *T. lactitarse* das duas áreas de estudo foram abertos e cada célula de cria contendo casulos já formados foi colocada individualmente em recipientes acrílicos com tampas perfuradas para a passagem de ar. Estes foram mantidos no laboratório em condições de temperatura e umidade o mais semelhante possível das condições ambientais. Cada célula de cria e seus respectivos casulos tiveram seus volumes calculados, considerando-se a fórmula do cilindro ($\pi r^2 h$, onde $\pi = 3,14$; r = largura da célula e h = comprimento da célula).

Os indivíduos emergentes foram identificados quanto ao sexo, etiquetados e medidos, tomando-se a maior largura da cabeça ao nível dos alvéolos antenais. Foram analisados (i) a distribuição dos sexos nas diferentes células e (ii) possíveis diferenças entre células de fêmeas e machos e (iii) diferenças de tamanho corporal dos adultos, entre os sexos.

4.2.3 Presas capturadas por *Trypoxylon lactitarse*

Cerca de 30% dos ninhos obtidos nas duas áreas de estudos foram abertos em laboratório e as presas (aranhas) nas células de cria foram coletadas. Esta etapa foi realizada nas duas áreas de estudo entre maio de 2009 e maio de 2010. Para cada ninho aberto, pelo menos duas células de cria foram mantidas intactas para o desenvolvimento dos adultos, permitindo a identificação da espécie.

As aranhas estocadas em cada célula de cria foram contadas e a sua massa foi obtida utilizando-se uma balança de precisão. Apenas as células com todas as aranhas intactas, cujos ovos de *T. lactitarse* ainda não tinham se alimentado das presas, foram utilizadas. Após a pesagem, as aranhas foram armazenadas em álcool 70% para posterior identificação por especialista (Dr. Antonio D. Brescovit). Todas as aranhas coletadas foram depositadas na coleção do Instituto Butantan, SP.

Com a identificação das espécies e com a medida das aranhas presentes nos ninhos foi possível avaliar o tamanho da presa capturada, o investimento de biomassa na estação seca e chuvosa, e a presença/ausência de espécies de aranhas na dieta de *T. lactitarse*.

4.3 Análise dos dados

A correlação de Pearson (r) foi utilizada para observar possíveis correlações entre (i) o número de ninhos e o número total de células e as condições climáticas (temperatura média, umidade média e pluviosidade total) referentes a cada mês de coleta.

Os parâmetros medidos e obtidos nos ninhos fundados por *T. lactitarse* nas duas áreas de estudos foram submetidos às seguintes análises para comparações:

- O teste t e foi utilizado para verificar se (i) há ocorrência de diferenças significativas entre os tamanhos de fêmeas e machos e (ii) tempo de emergência de fêmeas e machos.
- A correlação de Pearson (r) foi utilizada para observar possíveis correlações entre (i) o tamanho de machos e fêmeas e o volume de suas respectivas

células; (ii) o volume da célula de cria com a biomassa e número de aranhas provisionadas e (iii) a biomassa e o número de aranhas estocadas.

- Teste do qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para verificar possíveis diferenças significativas na razão sexual das populações de *T. lactitarse* da Mata do Mergulhão e do *campus* da UENF.

Quatro índices foram utilizados para investigar a diversidade de espécies de aranhas na dieta de *T. lactitarse* em cada área onde fundaram seus ninhos:

- Índice de Margalef (D_{Mg}) - expressa a riqueza ponderada pelo tamanho amostral;
- Índice de Shannon-Wiener (H') - atribui peso maior as espécies raras. Quanto mais alto for o valor, maior será a diversidade.
- Índice de Simpson (D) - atribui peso maior as espécies comuns. Varia de 0 a 1. Quanto mais alto for o valor, maior a dominância e menor a diversidade;
- Índice de Equitabilidade de Pielou (J') - expressa a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies. Varia de 0 a 1. Valores próximos a 1 correspondem a situações onde todas as espécies são igualmente abundantes.

Os índices foram calculados utilizando-se o programa PAST versão 1.91 (Hammer *et al.* 2001). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), das duas áreas foi comparado pelo teste t de acordo com Magurran (1988).

Índice de Jaccard foi utilizado para medir a similaridade entre as áreas quanto à presença/ausência de espécies. O índice é calculado como $J = S_{12} / (S_1 + S_2 - S_{12})$, onde S_1 é o número de espécies da comunidade 1, S_2 o número de espécies da comunidade 2 e S_{12} o número de espécies comuns a ambas as comunidades.

A dominância das espécies de aranhas foi calculada de acordo com Silveira Neto *et al.*, 1976): $D = (\text{abundância da espécie } i \div \text{abundância total}) \times 100$. Se $D > 5\%$, a espécie é denominada dominante; se $2,5\% < D < 5\%$, a espécie é denominada acessória; se $D < 2,5\%$, a espécie é denominada acidental.

Ainda, foram testadas possíveis relações entre os tipos de casulos com o volume da célula de cria e o volume do próprio casulo.

Os dados foram analisados com auxílio do programa SYSTAT para WINDOWS versão 10.2.

Em todas as análises probabilísticas utilizaram-se testes paramétricos (teste t e correlação de Pearson), considerando-se $\alpha = 0,05$.

5 Resultados

5.1 Uso dos substratos e sazonalidade na atividade de nidificação

Na Mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e agosto de 2010, *T. lactitarse* fundou 76 ninhos, sendo 32 em tubos de cartolina (42%) e 44 em gomos de bambu (58%). O maior número de nidificações ocorreu na estação chuvosa, sendo em jan/10 o maior pico de nidificação (26% dos ninhos concluídos) e ocupação (10% das cavidades oferecidas) (Fig. 2). O número de nidificações foi correlacionado fortemente com a temperatura média mensal ($r = 0,715$; $p < 0,05$), diferentemente da precipitação mensal ($r = 0,006$; $p > 0,05$) e a umidade mensal ($r = 0,001$; $p > 0,05$).

Já no *campus* da UENF, no mesmo período, foram coletados 31 ninhos, sendo oito construídos em tubos de cartolina (26%) e 23 em gomos de bambu (74%). O maior número de nidificações ocorreu na estação seca, sendo em maio de 2010 o maior pico de nidificação (16% dos ninhos concluídos) e ocupação (13% das cavidades oferecidas) (Fig. 2). Houve uma fraca correlação entre o número de nidificações com a temperatura média mensal ($r = - 0,006$; $p > 0,05$), umidade relativa mensal ($r = - 0,223$; $p > 0,05$) e precipitação mensal ($r = 0,170$; $p > 0,05$).

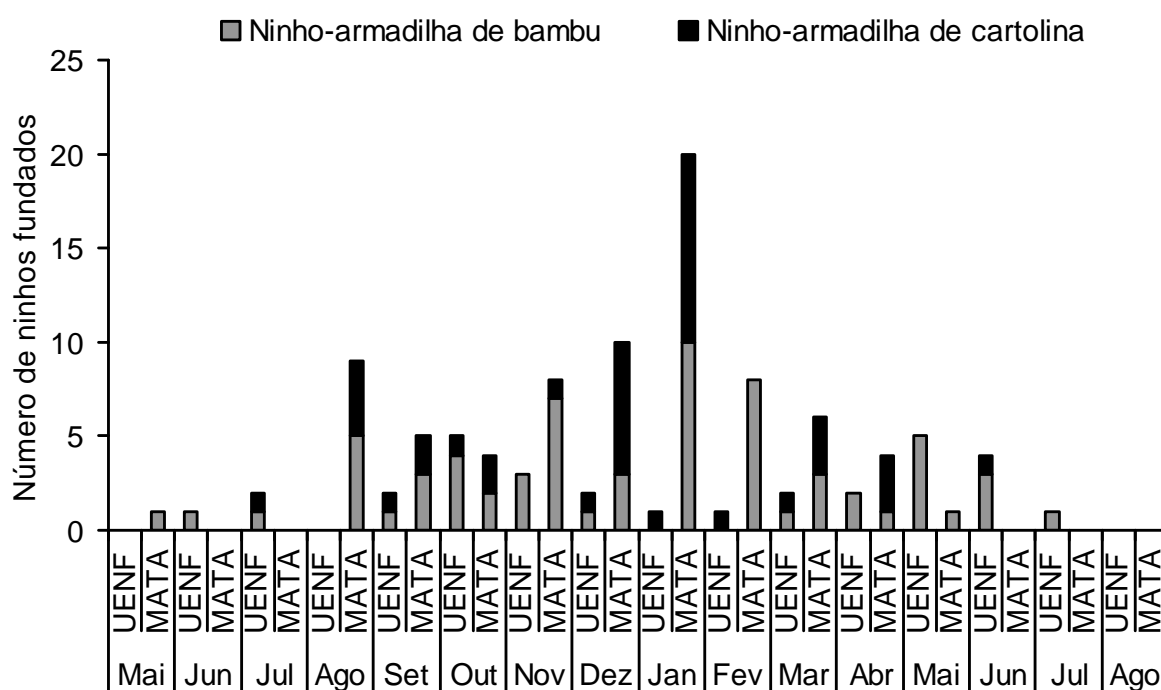


Figura 2 – Número de ninhos fundados por *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010.

5.2 Aspectos da história de vida

5.2.1 Investimento parental: número de células construídas

Na Mata do Mergulhão, os ninhos de cartolina e bambu apresentaram de uma a cinco e de duas a oito células, respectivamente, sendo que do total de células construídas 249 eram células de cria. Já no *campus* da UENF os ninhos de cartolina e bambu apresentaram de duas a seis e de uma a sete células, respectivamente, sendo que do total de células construídas 156 eram células de cria (Fig. 3).

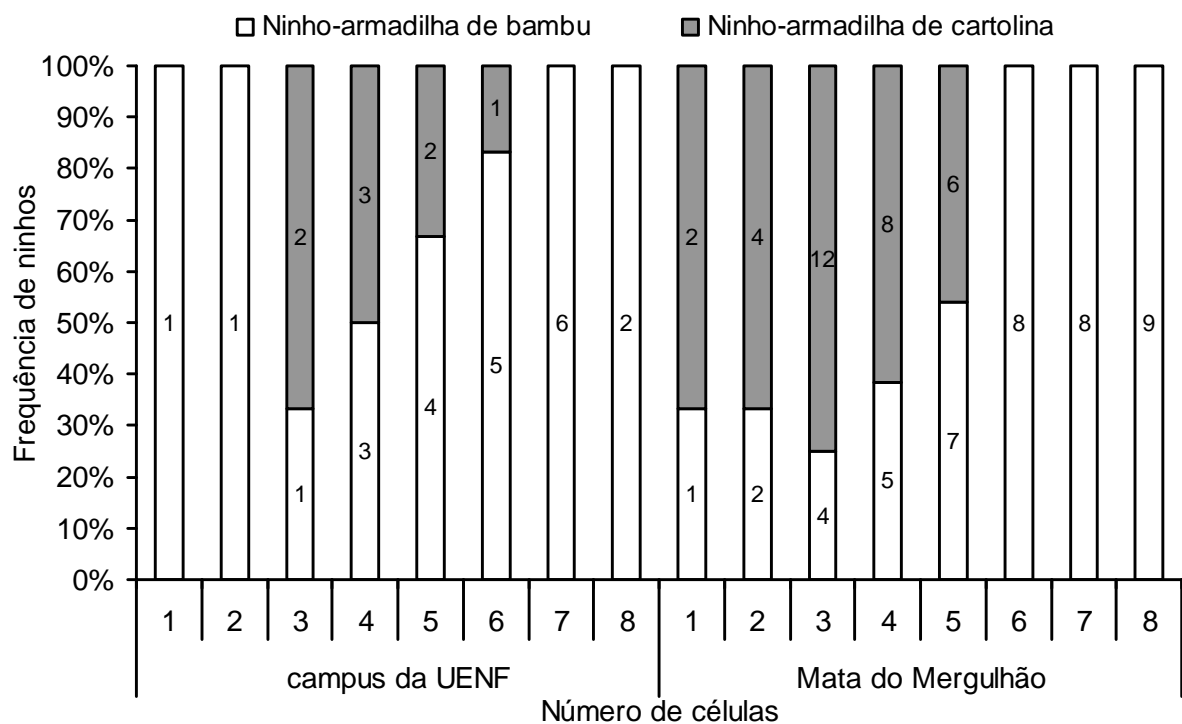


Figura 3 – Variação no número de células construídas em ninhos de *T. lactitarse* obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão no período de estudo.

5.2.2 Razão sexual

Dos ninhos obtidos na Mata do Mergulhão ($n = 31$) emergiram 144 adultos (57 fêmeas e 87 machos), resultado na razão sexual 0,65:1, significativamente diferente de 1:1 ($\chi^2 = 5,80$; $df = 1,0$; $p = 0,016$). Já no *campus* da UENF, a partir dos ninhos

fundados (n = 76) emergiram 62 adultos (38 fêmeas e 24 machos), resultando em uma razão sexual 1,60:1, que não diferiu significativamente de 1:1 ($\chi^2 = 2,68$; df = 1,0; p = 0,101) (Fig. 4).

O intervalo entre a coleta dos ninhos de *T. lactitarse* no *campus* da UENF e a emergência de fêmeas variou de 28 a 107 dias (mediana = 54; n = 44), enquanto para machos este valor variou entre 24 e 101 dias (mediana = 51; n = 24), não havendo diferença significativa entre os sexos (t = 0,531; p = 0,562). Este intervalo obtido para os ninhos na Mata do Mergulhão variou de 27 a 95 dias para fêmeas (mediana = 51; n = 57) e entre 22 e 89 dias para machos (mediana = 45; n = 87), também sem diferença significativa entre os sexos (t = 0,103; p = 0,620).

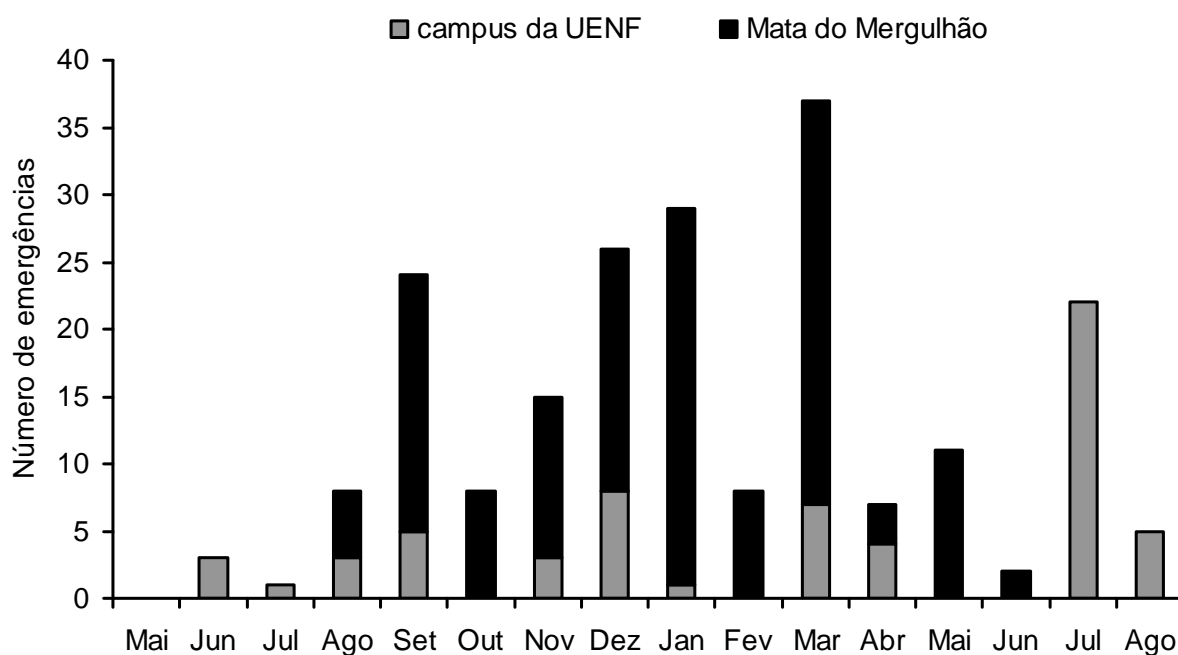


Figura 4 – Número de emergências de *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e agosto de 2010.

5.2.2 Distribuição dos sexos nas células de cria

Em ambas as áreas de estudo, foi observado que da 1ª célula emergiram predominantemente fêmeas, enquanto que da 4ª célula fêmeas e machos emergiram em proporções similares, e nas células seguintes a emergência de machos foi maior que a de fêmeas (Fig. 5).

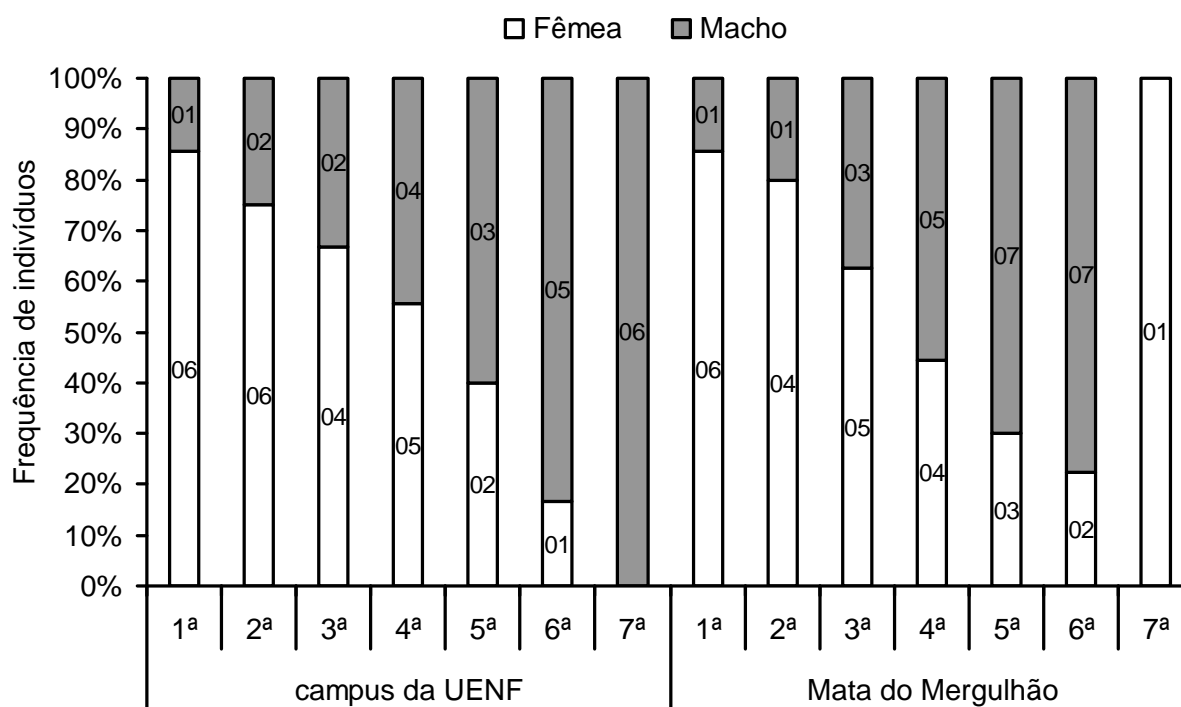


Figura 5 – Distribuição dos sexos nos ninhos fundados por *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão e número de indivíduos total analisado para cada célula. A numeração das células foi feita a partir da mais interna na cavidade, ou seja, a primeira a ser construída.

5.2.3 Relação entre o volume da célula de cria e o sexo produzido

Diferentemente da Mata do Mergulhão, onde o volume das células de fêmeas foi significativamente maior do que o de machos, no *campus* da UENF não houve diferença significativa entre o volume das células entre os sexos.

Comparando-se entre as duas áreas, os volumes das células, tanto de fêmeas quanto de machos, foram significativamente maiores para os ninhos do *campus* da UENF (Tab. 1).

5.2.4 Tamanho de fêmeas e machos emergentes

Nas duas áreas de estudo, os machos são significativamente menores que as fêmeas. As fêmeas do *campus* da UENF são significativamente maiores do que as fêmeas da Mata do Mergulhão, enquanto os tamanhos dos machos das duas áreas não diferiram estatisticamente (Tab. 1).

5.2.5 Relação entre o volume da célula e o tamanho dos emergentes

Os volumes das células de cria e os tamanhos dos adultos emergentes foram correlacionados no *campus* da UENF ($r_s = 0,348$; $p < 0,05$) e na Mata do Mergulhão ($r_s = 0,267$; $p < 0,05$), onde os indivíduos maiores emergiram de células de cria de maiores volumes (Fig. 6A e Fig. 6B).

Tabela 1 – Comparação entre o volume da célula de cria (cm³) e o tamanho (mm) de fêmeas e machos de *T. latitarse* emergentes de ninhos obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão. Valores apresentados em média ± desvio padrão.

Sexo	UENF			MATA			Teste estatístico: UENF X MATA	
	Fêmea	Macho	Teste estatístico	Fêmea	Macho	Teste estatístico	Fêmea	Macho
Volume	6,21 ± 1,24	5,65 ± 1,52	t = 1,40; p > 0,05	5,17 ± 1,00	4,63 ± 1,29	U = 770; p < 0,05	U = 172; p < 0,05	U = 313; p < 0,05
Tamanho	3,89 ± 0,23	3,59 ± 0,31	U = 488; p < 0,05	3,70 ± 0,15	3,44 ± 0,22	U = 995; p < 0,05	U = 164; p < 0,05	U = 403; p > 0,05

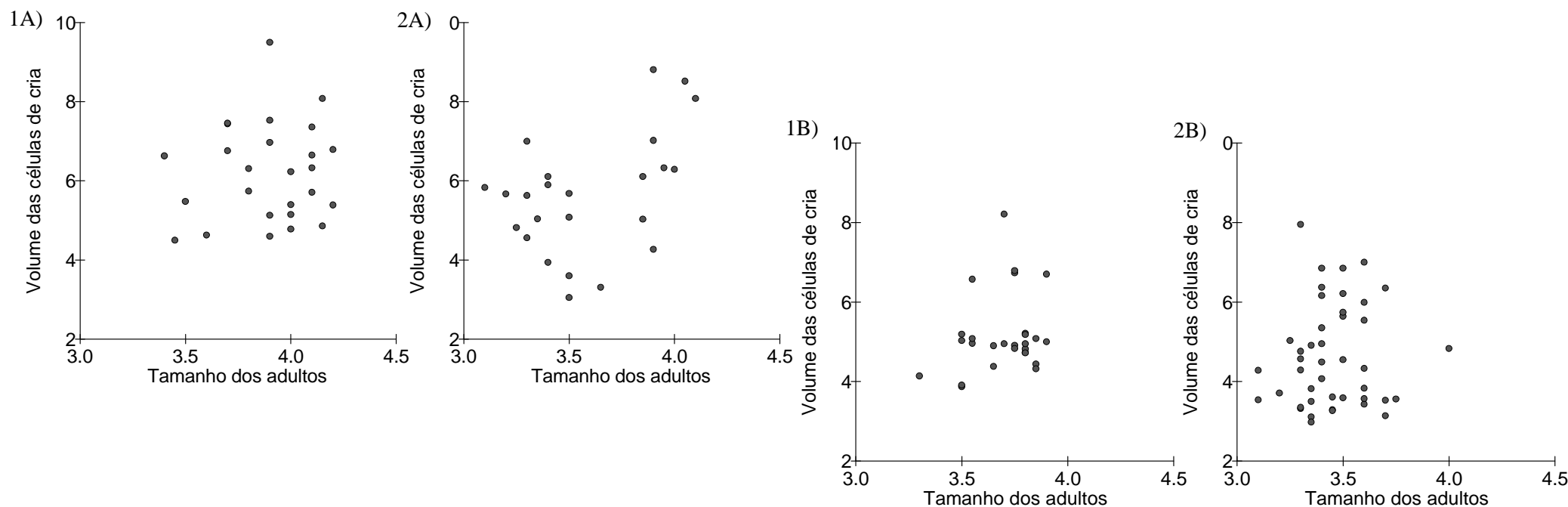


Figura 6 – Relação entre o volume das células de cria (cm³) e o tamanho dos emergentes (mm) de fêmeas (1) e machos (2) em ninhos de *T. latitarse* fundados no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B).

5.3 Estrutura dos ninhos e casulos

5.3.1 Descrição da estrutura

Todos os casulos de *T. lactitarse* encontrados nas células de cria são de coloração marrom escuro, brilhantes, lisos e cilíndricos. Porém, apesar da estrutura similar foram observados nas duas áreas de estudo dois tipos de casulos. O primeiro, com extremidade anterior expandida e, o segundo, com extremidade anterior arredondada (Fig. 7).



Figura 7 – Tipos de casulos encontrados nas células de cria de *T. lactitarse*: casulos com extremidade anterior expandida (à esquerda) e arredondada (à direita).

5.3.2 Relação entre o tipo de casulo e o sexo produzido

Não foi observada nenhuma relação com o sexo produzido, uma vez que, tanto fêmeas quanto machos emergiram dos dois tipos de casulos (Tab. 2).

Tabela 2 – Número de fêmeas e machos emergentes dos dois tipos de casulos em ninhos de *T. lactitarse* obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e agosto de 2010.

Área	<i>campus</i> da UENF				Mata do Mergulhão			
	Expandido		Arredondado		Expandido		Arredondado	
Tipo de casulo								
Emergências	12 ♀	19 ♂	14 ♀	05 ♂	13 ♀	17 ♂	14 ♀	26 ♂

5.3.3 Relação entre o tipo de casulo e o volume da célula de cria

Nas duas áreas de estudo, os casulos com extremidade arredondada foram encontrados em células de cria significativamente maiores do que as células de cria onde estavam os casulos com extremidade expandida (*campus* da UENF: $U = 641,000$; $p = 0,031$, Mata do Mergulhão: $t = 3,815$; $p = 0,000$) (Tab. 3).

5.3.4 Relação entre o tipo de casulo e o volume do casulo

Os volumes dos casulos com extremidade arredondada e expandida não diferiram significativamente no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão (Tab. 3). Entretanto, quando comparamos as áreas, os casulos com extremidade arredondada do *campus* da UENF são significativamente maiores do que este mesmo tipo de casulo encontrado na Mata do Mergulhão. Os casulos com extremidade expandida também foram significativamente maiores no *campus* da UENF (Fig. 8A e Fig. 8B)

Tabela 3 – Comparação entre o volume do casulo (cm^3) e o volume da célula de cria (cm^3) dos diferentes casulos encontrados em ninhos de *T. lactitarse* obtidos no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão. Valores apresentados em média \pm desvio padrão.

Tipo de casulo	UENF			MATA			Teste estatístico: UENF X MATA	
	Arredondada	Expandida	Teste estatístico	Arredondada	Expandida	Teste estatístico	Arredondada	Expandida
Volume do casulo	2,91 \pm 0,45	3,12 \pm 0,39	t = -1,95; p > 0,05	2,27 \pm 0,32	2,27 \pm 0,33	t = 0,09; p > 0,05	t = -1,76; p < 0,05	t = 8,91; p < 0,05
Volume da célula	6,22 \pm 2,40	5,43 \pm 0,96	U = 641; p < 0,05	5,25 \pm 1,19	4,34 \pm 0,96	t = 3,81; p < 0,05	U = 641; p < 0,05	t = 3,55; p < 0,05

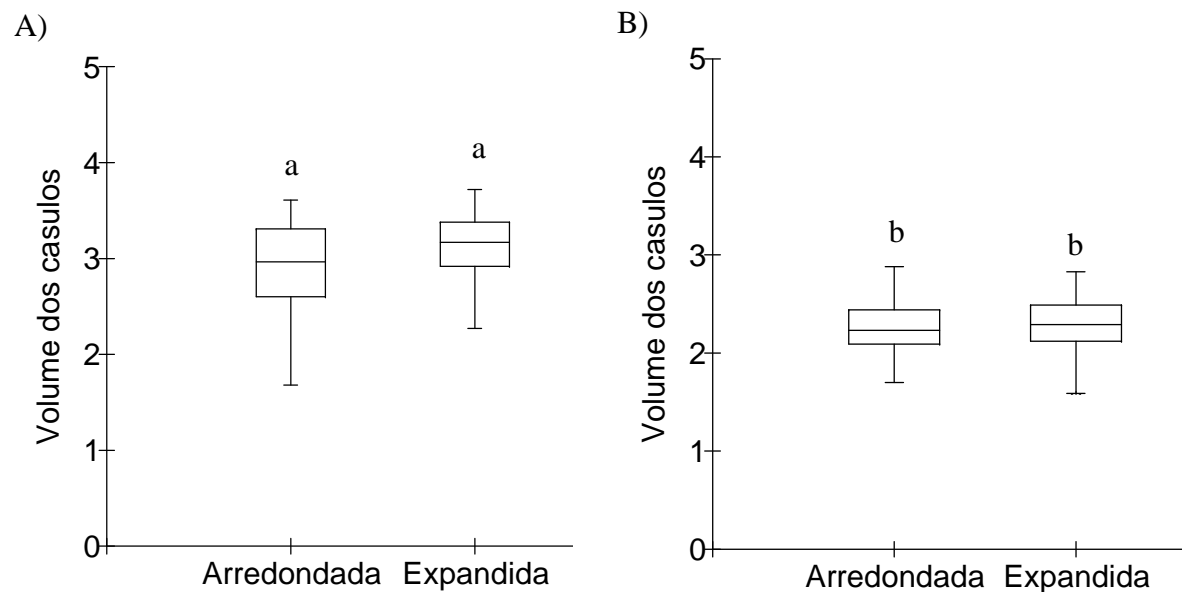


Figura 8 – Volume dos casulos (cm^3) de *T. lactitarse* e os diferentes tipos de casulos dos ninhos coletados no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B). O retângulo representa o intervalo de 95% de confiança, a linha horizontal no interior do retângulo representa a média, e a linha vertical limita os valores máximo e mínimo. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tipos de casulos ($p < 0,05$).

5.4 Alimento das larvas: presas capturadas

5.4.1 Espécies de aranhas

No *campus* da UENF *T. lactitarse* capturou aranhas das famílias Araneidae, Corinnidae e Oxyopidae, sendo que a família mais frequente foi Araneidae com 198 indivíduos (99%). Na Mata do Mergulhão, dentre as presas capturadas também houve um maior número da família Araneidae (78% total das presas) (Tab. 4).

Tabela 4 – Composição de espécies e número de aranhas jovens (J), machos (M) e fêmeas (F) capturadas e depositadas por *T. lactitarse* em ninhos no *campus* da UENF (n = 27 células) e na Mata do Mergulhão (n = 41 células), entre maio de 2009 e maio de 2010.

Família	Espécie	UENF			MATA		
		J	M	F	J	M	F
Araneidae	<i>Actinossoma pentacantha</i> (Walckenaer, 1842)	-	14%	-	-	-	-
	<i>Alpaida veniliae</i> (Keyserling, 1865)	90%	79%	87%	2%	-	-
	<i>Alpaida</i> sp1	-	7%	-	-	22%	1%
	<i>Alpaida</i> sp2	-	-	3%	-	-	-
	<i>Alpaida</i> sp3	-	-	3%	-	-	-
	<i>Araneus</i> sp1	-	-	-	2%	3%	1%
	<i>Eustala</i> sp1	-	-	-	-	3%	3%
	<i>Mangora</i> sp	-	-	-	-	-	2%
	<i>Ocrepeira</i> sp1	-	-	5%	-	-	-
	<i>Pronous tuberculifer</i> (Keyserling, 1881)	-	-	-	4%	22%	82%
	Não identificadas	9%	-	-	53%	-	-
Corinnidae	Não identificada	1%	-	-	-	-	-
Deinopidae	Não identificada	-	-	-	1%	-	-
Oxyopidae	<i>Oxyopes salticus</i> Hentz, 1845	-	-	3%	-	-	-
Mimetidae	<i>Ero</i> sp	-	-	-	-	-	2%
Nephilidae	<i>Nephila clavipes</i> (Linnaeus 1767)	-	-	-	4%	19%	-
Salticidae	<i>Noegus</i> sp1	-	-	-	-	3%	-
	<i>Thiodina</i> sp1	-	-	-	-	5%	2%
	Não identificada (pelo menos 4 spp.)	-	-	-	4%	14%	-
Sparassidae	Não identificadas	-	-	-	4%	-	-
Tetragnathidae	<i>Leucauge argyra</i> Walckenaer, 1842	-	-	-	-	5%	2%
	<i>Leucauge</i> sp1	-	-	-	-	5%	5%
	<i>Leucauge</i> sp2	-	-	-	-	-	1%
	<i>Tetragnatha</i> sp	-	-	-	-	-	1%
	Não identificadas	-	-	-	28%	-	-
Total		164	14	38	205	37	130

5.4.2. Período de amostragem das presas mais abundantes nos ninhos

No *campus* da UENF *Alpaida veniliae* (Keyserling) foi a espécie mais capturada por *T. lactitarse*, durante quase todos os meses de estudo (Fig. 9). *Actinossoma pentacanta* e *Ocrepeira* sp foram a segunda e terceira mais abundantes, em período similar, entre os meses de setembro e outubro de 2009 e abril de 2010, respectivamente (Fig. 10).



Figura 9 – Espécies mais abundantes de aranhas capturadas por *T. lactitarse* no *campus* da UENF. J = jovem, M = macho, F = fêmea.

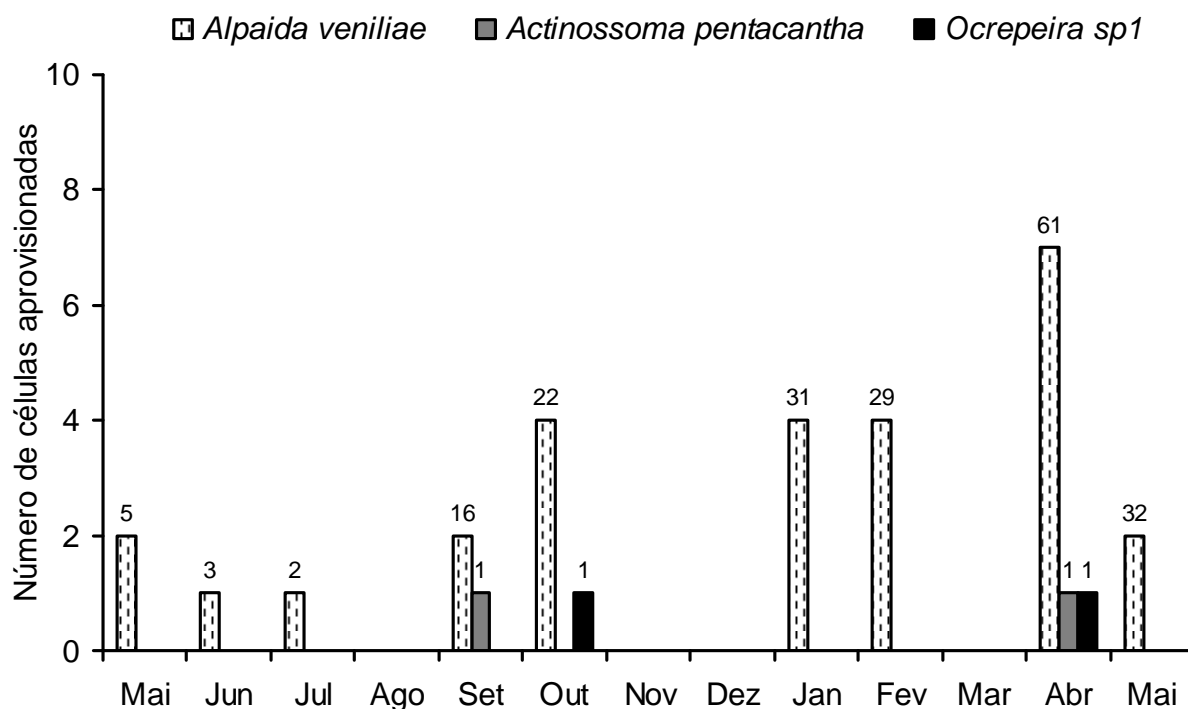


Figura 10 – Número de células aprovisionadas com as espécies de presas mais frequentemente capturadas por *T. lactitarse* no *campus* da UENF entre maio de 2009 e maio de 2010. Valores a cima das barras indicam total de presas nas células.

Na Mata do Mergulhão, *P. tuberculifer* foi a espécie mais capturada por *T. lactitarse*, apenas durante a estação chuvosa. *Alpaida* sp1 e *N. clavipes* foram a segunda e a terceira espécies mais capturadas, praticamente durante todo o período de amostragem (Fig. 11).

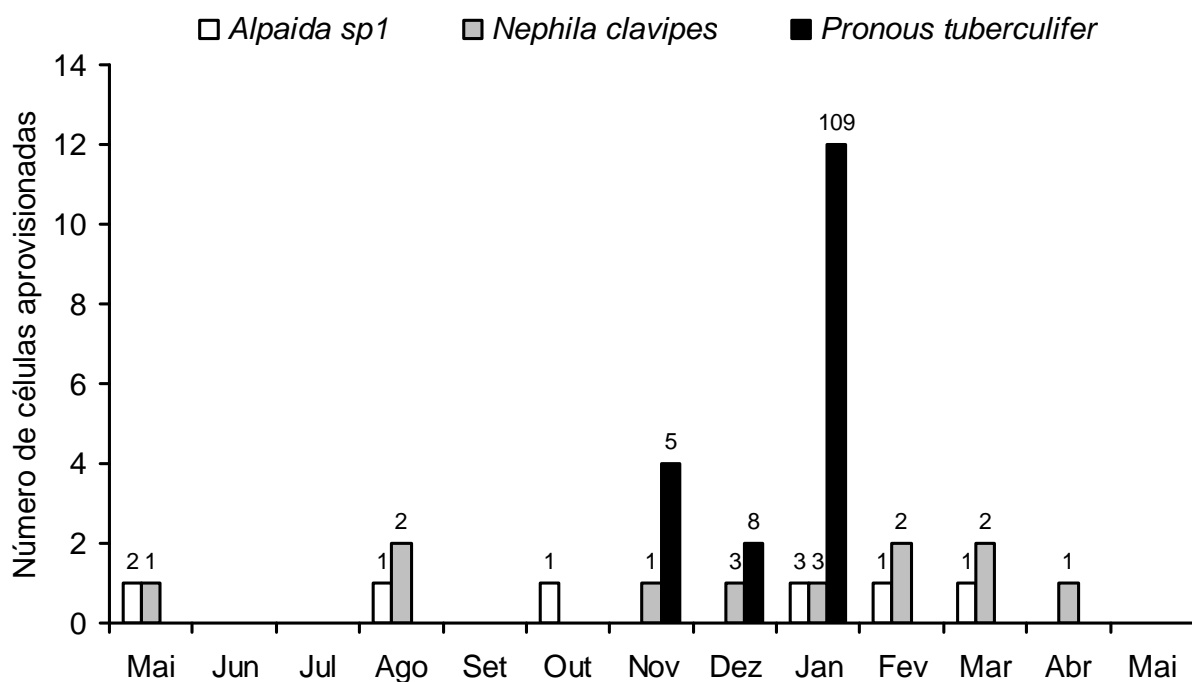


Figura 11 – Número de células aprovisionadas com as espécies de presas mais frequentemente capturadas por *T. lactitarse* na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e maio de 2010. Valores a cima das barras indicam total de presas nas células.

5.4.3 Sazonalidade no uso de presas (jovens, machos e fêmeas)

Um total de 164 aranhas jovens (76%), 14 machos (6%) e 38 fêmeas (18%) foram utilizadas por *T. lactitarse* para aprovisionamento de 27 células de cria no *campus* da UENF. Aranhas jovens estiveram presentes durante quase todos os meses de amostragem, mas foram mais freqüentes em janeiro (11%), abril (16%) e maio de 2010 (14%). Machos e fêmeas foram capturados nas estações seca e chuvosa, com maiores picos de freqüência nos meses de setembro e outubro de 2009.

Na Mata do Mergulhão, um total de 205 aranhas jovens (55%), 37 machos (10%) e 130 fêmeas (35%) utilizadas por *T. lactitarse* para aprovisionamento de 41

células de cria. Aranhas jovens estiveram presentes durante quase todos os meses de amostragem, mas foram mais freqüentes em novembro de 2009 (15% do total usado no provisionamento) e janeiro (11%) e março de 2010 (9%). Machos e fêmeas foram capturados nas estações seca e chuvosa, tendo um pico simultâneo em janeiro de 2010 com 4 e 25% do total de aranhas capturadas, respectivamente.

5.4.4 Número e biomassa das aranhas capturadas

O número de presas por célula de *T. lactitarse* no *campus* da UENF, que variou de três a 15 ($8,0 \pm 3,11$; $n = 216$ aranhas), diferiu significativamente do observado na Mata do Mergulhão o qual variou de duas a 28 ($8,1 \pm 4,83$; $n = 361$ aranhas) ($U = 611,000$; $p = 0,048$). No *campus* da UENF, há um maior número de células com quatro e nove presas, e esta variação pode estar associada aos diferentes tamanhos e estágios das presas. Já na Mata do Mergulhão, a maioria das células apresentou o número de presas variando de sete a nove (Fig. 12).

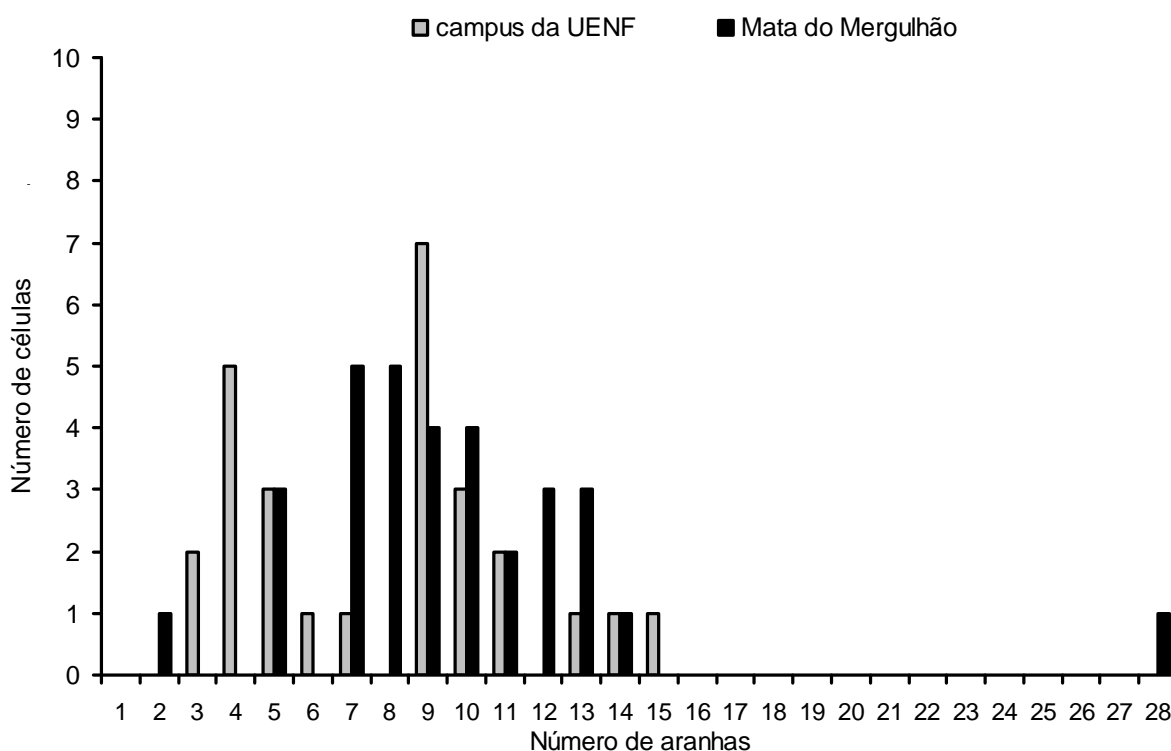


Figura 12 – Distribuição de freqüência do número de aranhas depositadas em células de cria por *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e maio de 2010.

Para a população de *T. lactitarse* do *campus* da UENF, a biomassa do conjunto das presas capturadas e depositadas em cada célula de cria variou de 22 a 303 mg ($125,9 \pm 84,6$; $n = 27$ células), com a maioria das amostras ($n = 17$) apresentando biomassa entre 125 e 300 mg. Na Mata do Mergulhão, este valor variou de 6 a 286 mg ($69,8 \pm 28,2$; $n = 41$ células), com a maioria das amostras ($n = 26$) pesando entre 50 e 110 mg. O valor médio da biomassa de aranhas depositadas nas células de cria por *T. lactitarse* no *campus* da UENF foi significativamente maior do que a biomassa das aranhas da Mata do Mergulhão ($U = 279,500$; $p = 0,006$).

Houve uma forte correlação entre a biomassa total de aranhas por células e o número de aranhas por célula para *T. lactitarse* no *campus* da UENF ($r_s = 0,64$; $p < 0,05$) (Fig. 13A). O mesmo foi observado na Mata do Mergulhão, onde a biomassa aumentou com um maior número de aranhas depositadas nas células de cria ($r = 0,420$; $p < 0,05$) (Fig. 13B).

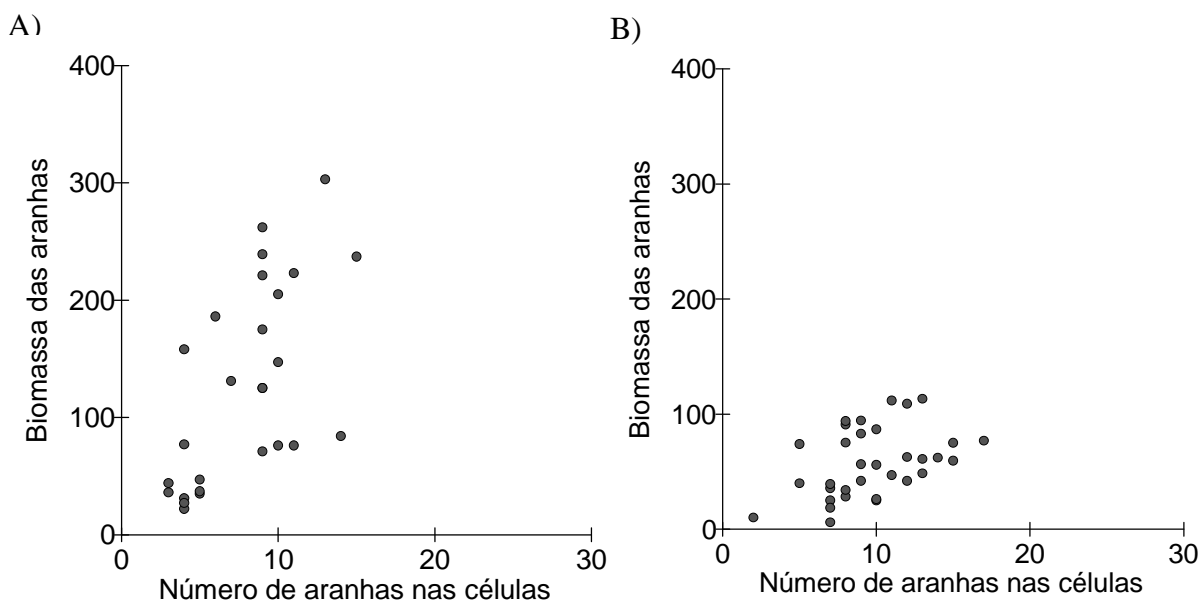


Figura 13 – Relação entre o número de aranhas depositadas nas células de cria e a biomassa (mg) destas aranhas em ninhos fundados por *T. latitarse* no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B), entre maio de 2009 e maio de 2010.

No *campus* da UENF, não há correlação entre o volume da célula de cria e a biomassa de aranha nela contida ($r_s = 0,066$; $p > 0,05$) (Fig. 14A), assim como na Mata do Mergulhão ($r_s = 0,058$; $p > 0,05$) (Fig. 14B).

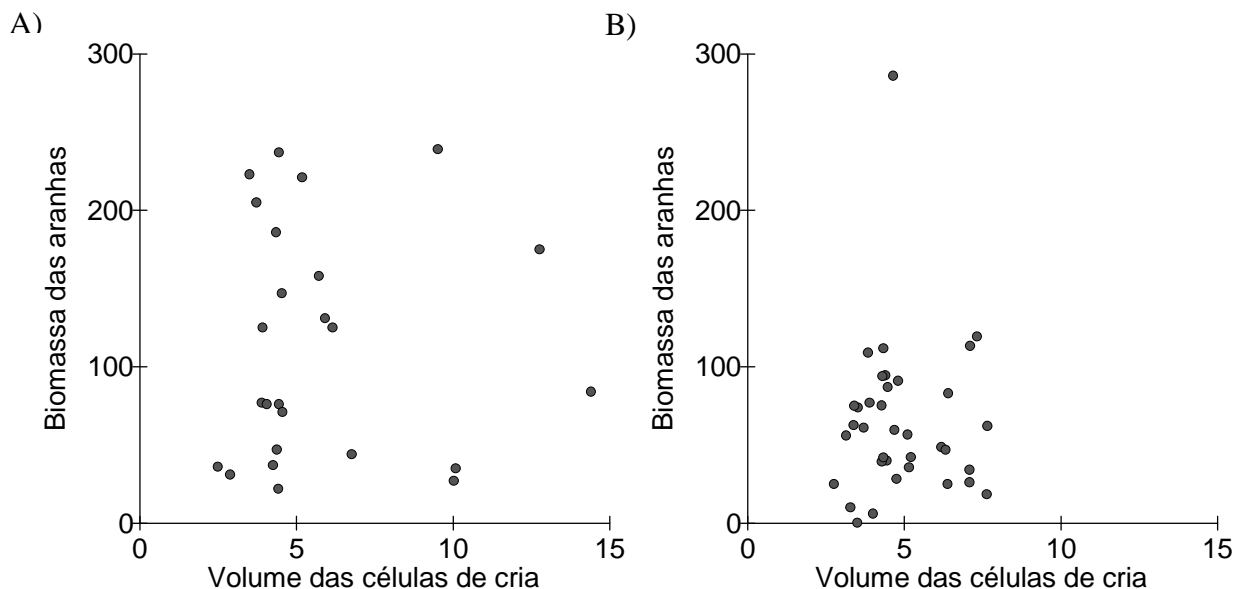


Figura 14 – Relação entre o volume das células de cria (cm^3) e a biomassa (mg) de aranhas depositadas em ninhos fundados por *T. latitarse* no *campus* da UENF (A) e na Mata do Mergulhão (B), entre maio de 2009 e maio de 2010.

5.4.5 Riqueza de aranhas em cada célula de cria

Das 27 células analisadas em ninhos obtidos no *campus* da UENF, foram identificadas oito espécies de aranhas. Foi verificado que uma mesma célula é aprovionada com mais de uma espécie de presa, sendo que 17 células foram aprovionadas apenas com indivíduos de *A. veniliae* (Fig. 15).

Das 41 células analisadas em ninhos obtidos na Mata do Mergulhão, foram identificadas 19 espécies de aranhas. Foi verificado que uma mesma célula é aprovionada com mais de uma espécie de presa, sendo cinco células foram aprovionadas apenas com indivíduos de *P. tuberculifer* (Fig. 16). Entretanto, esta riqueza pode ser maior, uma vez que muitos indivíduos foram identificados apenas a nível de família (Tab. 4).

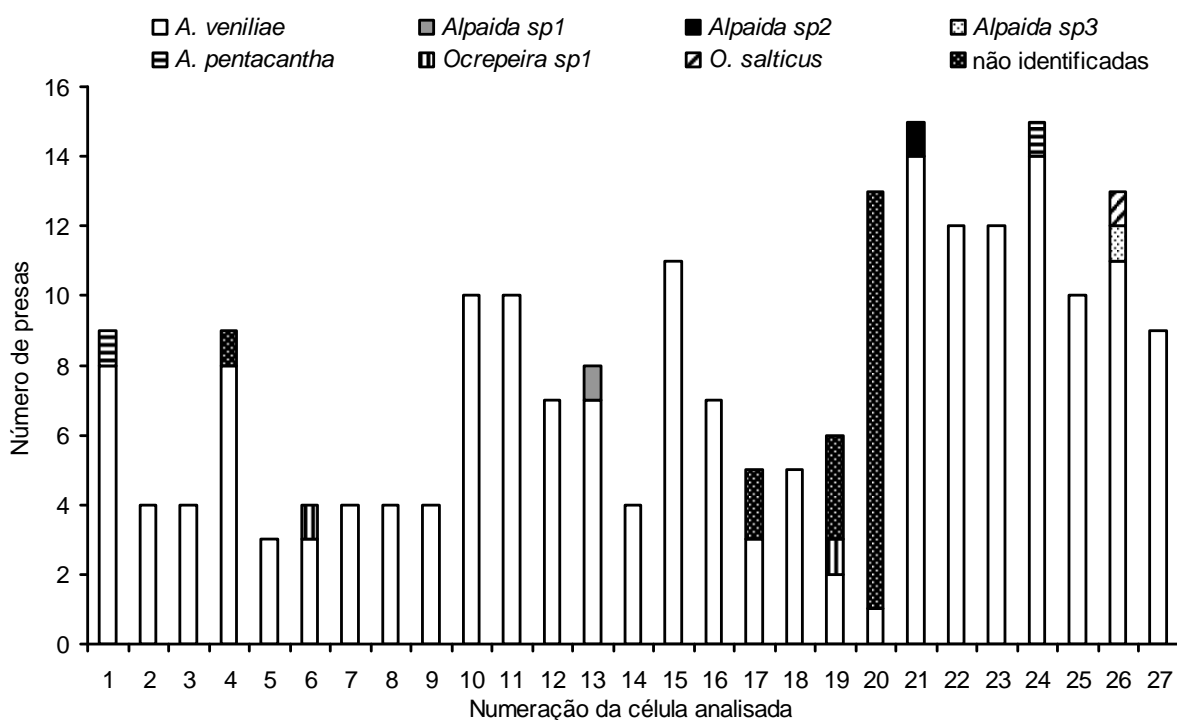


Figura 15 – Espécies e respectivos números de indivíduos de aranhas nas células de cria de *T. lactitarse* analisadas no *campus* da UENF entre maio de 2009 e maio de 2010.

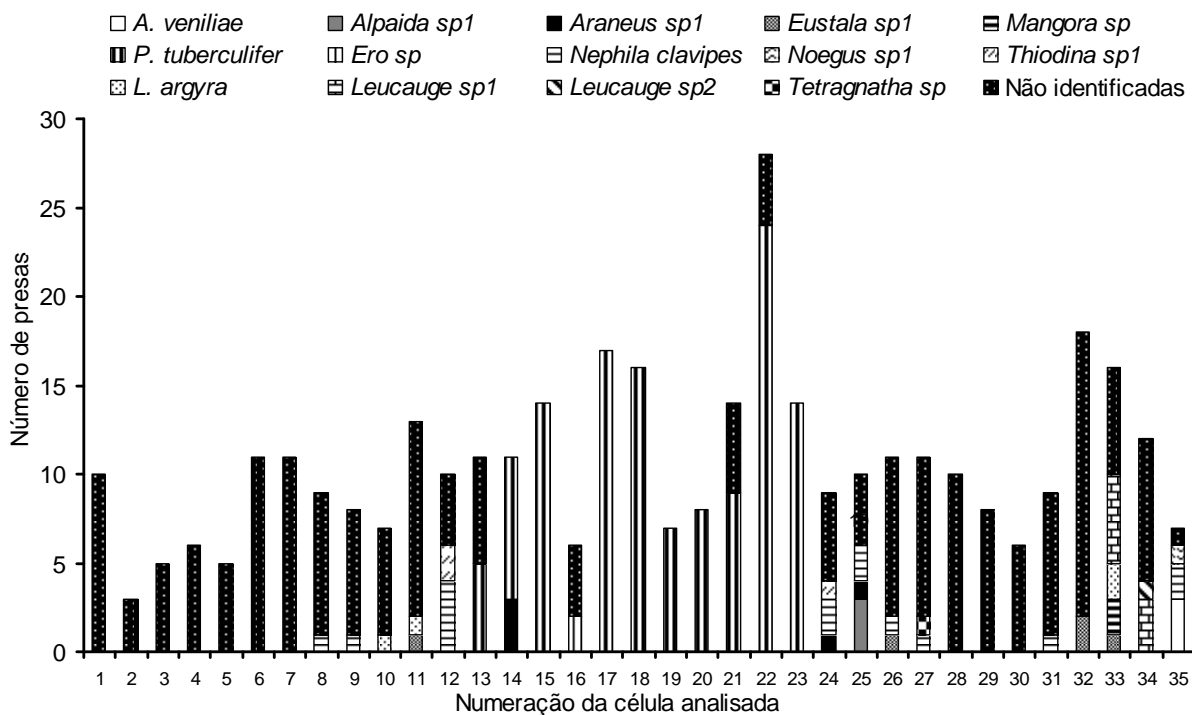


Figura 16 – Espécies e respectivos números de indivíduos de aranhas nas células de cria de *T. lactitarse* analisadas na Mata do Mergulhão entre maio de 2009 e maio de 2010.

5.4.6 Diversidade de presas e similaridade entre habitats

A Mata do Mergulhão apresentou maiores índices de diversidade e uniformidade do que o *campus* da UENF, sendo significativo para o índice de Shannon-Wiener (H') ($t = 0,61$; $p < 0,05$). São apresentados na tabela 5 os valores obtidos dos índices de diversidade nas duas áreas.

A espécie de aranha dominante no aprovisionamento larval de células no *campus* da UENF foi *A. veniliae* ($D = 95,5$), enquanto que na Mata do Mergulhão as espécies dominantes foram *P. tuberculifer* ($D = 64,21$) e *N. clavipes* ($D = 8,42$).

A similaridade das presas utilizadas nas duas áreas, comparadas através do coeficiente de similaridade de Jaccard indicou que a composição de espécies de aranhas utilizadas no alimento larval é pouco semelhante entre as áreas ($J = 8\%$), com ocorrência de apenas duas espécies em comum, *A. veniliae* e *Alpaida* sp1 (Tab. 6).

Tabela 5 – Abundância, riqueza e índices de diversidade de aranhas na dieta de *T. lactitarse* em dois habitats.

Áreas	A	R	H'	D	D _{Mg}	J'
<i>campus</i> da UENF	200	08	0,27	0,09	1,32	0,13
Mata do Mergulhão	190	19	1,54	0,57	3,43	0,52

Abundância (A), riqueza (R), índice de Shannon-Wiener (H'), índice de Simpson (D), índice de Margalef (D_{Mg}) e índice de Pielou (J').

Tabela 6 – Lista das espécies de aranhas e seus respectivos índices de dominância (D) no provisionamento de células de *T. lactitarse*, nas duas áreas de estudo.

Família	Espécie	campus da UENF		Mata do Mergulhão	
		D	Classificação	D	Classificação
Araneidae	<i>A. pentacantha</i>	1,0	acidental	-	-
	<i>A. veniliae</i>	95,5	dominante	1,58	acidental
	<i>Alpaida</i> sp1	0,5	acidental	4,74	acessória
	<i>Alpaida</i> sp2	0,5	acidental	-	-
	<i>Alpaida</i> sp3	0,5	acidental	-	-
	<i>Araneus</i> sp1	-	-	2,63	acessória
	<i>Eustala</i> sp1	-	-	2,63	acessória
	<i>Mangora</i> sp	-	-	1,05	acidental
	<i>Ocrepeira</i> sp1	1,0	acidental	-	-
	<i>P. tuberculifer</i>	-	-	64,21	dominante
	Corinnidae	Não identificada	0,5	acidental	-
Deinopidae	Não identificada	-	-	0,53	acidental
Oxyopidae	<i>O. salticus</i>	0,5	acidental	-	-
Mimetidae	<i>Ero</i> sp	-	-	1,05	acidental
Nephilidae	<i>N. clavipes</i>	-	-	8,42	dominante
Salticidae	<i>Noegus</i> sp1	-	-	0,53	acidental
	<i>Thiodina</i> sp1	-	-	2,11	acidental
	sp.1	-	-	0,53	acidental
	sp.2	-	-	1,05	acidental
	sp.3	-	-	0,53	acidental
Tetragnathidae	sp.4	-	-	0,53	acidental
	<i>L. argyra</i>	-	-	2,63	acessória
	<i>Leucauge</i> sp1	-	-	4,21	acessória
	<i>Leucauge</i> sp2	-	-	0,53	acidental
	<i>Tetragnatha</i> sp	-	-	0,53	acidental

5.5 Mortalidade

A mortalidade observada nos ninhos de *T. lactitarse* representou 42% das células (n = 156) no campus da UENF e 60% das células (n = 249) na Mata do Mergulhão. A mortalidade nas duas áreas ocorreu principalmente na fase de larva (Tab. 7)

Tabela 7 – Mortalidade de *T. lactitarse* a partir dos ninhos coletados no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão, entre maio de 2009 e maio de 2010.

Área	campus da UENF	Mata do Mergulhão
Número de ninhos fundados	31	76
Número de células de cria	156	249
Número de emergências	62	144
Mortalidade total (%)	60%	42%
Número de mortos - Ovo	17	23
Número de mortos - Larva	48	44
Número de mortos - Pupa/Imago	29	38

6 Discussão

A atividade de nidificação de *T. lactitarse* na Mata do Mergulhão ocorreu com maior intensidade durante a estação chuvosa, quando houve justamente maior captura de presas, como *P. tuberculifer*. Além disto, houve uma correlação positiva do número de ninhos construídos com a temperatura média, que é maior neste período (Camillo & Brescovit, 1999a; Camillo *et al.*, 1993; Buschini *et al.*, 2006). A maior atividade de *T. lactitarse* nesta estação também foi descrita para outras espécies do gênero *Trypoxylon*, tais como *Trypoxylon rogenhoferi* Kohl, 1884 (Camillo *et al.*, 1995; Assis & Camillo, 1997; Camillo & Brescovit, 1999a; Loyola & Martins, 2006) e *Trypoxylon opacum* Bréthes, 1913 (Buschini *et al.*, 2010a). Diferentemente, no *campus* da UENF *T. lactitarse* nidificou com a mesma frequência ao longo do ano. Um estudo com um maior período de coleta de dados referente às presas pode nos dar respostas se a maior atividade de nidificação de *T. lactitarse* está associada com a presença e abundância de espécies de aranhas capturadas.

É sabido que diversos fatores podem afetar a atividade de nidificação de espécies de Aculeata que nidificam em cavidades preexistentes, como por exemplo, o número de cavidades naturais e os recursos utilizados na construção do ninho e alimentação da prole (Roubik, 1989; Morato & Martins, 2006). Sendo assim, as áreas estudadas podem diferir entre si em relação à disponibilidade destes fatores e estas diferenças contribuem para justificar, por exemplo, a maior abundância de ninhos de *T. lactitarse* verificada na Mata do Mergulhão, principalmente na estação chuvosa, isso também pode ser reflexo de uma comunidade mais complexa, já que apresentou uma maior diversidade de presas capturadas além de ter maior heterogenidade vegetal (Silva *et al.*, 2008).

Foi verificado que a prole feminina do *campus* da UENF é significativamente maior do que a da Mata do Mergulhão, e que esta recebeu uma biomassa de presas significativamente maior do que na Mata do Mergulhão. Sendo assim, os resultados deste estudo indicam que a progênie feminina recebe maior quantidade de alimento (caracterizada pelo maior volume significativo da célula de cria) do que a progênie masculina. No *campus* da UENF, o maior tamanho das fêmeas pode estar relacionado a maior biomassa de presas estocadas nos ninhos. De acordo com Peruquetti & Del Lama (2003), fêmeas de maior porte teriam vantagem adaptativa

em relação às fêmeas menores, uma vez que capturam maior quantidade de presas por dia e constroem um maior número de célula de cria.

As populações das duas áreas apresentam estratégias diferentes quanto ao investimento maternal, no *campus* da UENF (i) há um menor número de células construídas, porém elas são maiores, gerando uma prole menos numerosa e de maior tamanho corporal, ao contrário da Mata do Mergulhão onde (ii) há um maior número de células construídas, porém elas são menores, resultando em uma prole mais numerosa e de menor tamanho corporal.

Os tipos de casulos de *T. lactitarse* e suas estruturas foram similares àqueles descritos por Perez-Maluf (1993), Assis & Camillo (1997) e por Buschini *et al.* (2006). De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, foi verificado que (i) fêmeas e machos emergem de casulos arredondados e expandidos nas duas áreas, o que indica que o tipo de casulo não está relacionado a um determinado sexo; (ii) nas duas áreas o tamanho dos dois tipos de casulos não difere significativamente, entretanto, os casulos arredondados foram encontrados em células de cria significativamente maiores do que as células de cria onde estavam os casulos expandidos; (iii) os casulos, independente de serem arredondados ou expandidos, são menores na Mata do Mergulhão, o que era de se esperar, uma vez que as fêmeas desta área são menores do que as do *campus* da UENF. Sugere-se um estudo mais detalhado sobre esse caso, com o acompanhamento do desenvolvimento desde o ovo até a formação do casulo pela larva.

Sendo assim, através da metodologia utilizada e dos dados obtidos, foi verificado que a existência de dois tipos distintos de casulos não está relacionada ao sexo, tamanho da prole ou volume do próprio casulo, mas sim com o volume da célula de cria: em células maiores encontram-se casulos arredondados, enquanto nas células menores estão casulos com extremidade expandida.

É descrito na literatura que a distribuição dos sexos dentro dos ninhos de espécies de *Trypargilum* não segue um padrão específico como foi observado em *T. lactitarse* por Buschini *et al.* (2006) e em *Trypoxylon (Trypargilum) nitidum* Smith, 1856 por Coville (1981). Entretanto, outros estudos indicam que em algumas espécies, como *T. aurifrons*, os machos são encontrados nas primeiras células e as fêmeas nas últimas (Santoni & Del Lama, 2007), e a distribuição inversa foi observada para *Trypoxylon (Trypargilum) tenocitlan* Richards, 1934 e *T. lactitarse*, onde machos são encontrados nas últimas células (Coville & Coville, 1980, Camillo

et al., 1993), como verificado neste estudo. Apesar de não ter sido observado no presente estudo, essa distribuição pode estar associada aos diferentes tempos de desenvolvimentos de fêmeas e machos.

A variação de tempo observada desde a coleta do ninho até a última emergência do indivíduo de cada ninho pode ser explicada pelo fato de algumas larvas estarem em diapausa e por isso a emergência dos adultos foi muito variável (entre 24 a 107 dias). Peruquetti & Del lama (2003) também interpretarem que houve indícios de diapausa para *Trypoxylon (Trypoxylon) asuncicola* Strand, 1910 devido a variação de 115 dias entre a primeira e a última emergência desta espécie. A diapausa é geneticamente programada, sendo condicionada por estímulos ambientais, tendo início sob condições desfavoráveis e interrompida quando as condições ideais (quanto ao clima e disponibilidade de recursos) para reprodução são restabelecidas (Knerer, 1993).

Os resultados deste estudo corroboram àqueles apresentados por Camilo e Brescovit (1999a) e Buschini *et al.* (2008) sobre as aranhas capturadas por *T. lactitarse* no sudeste do Brasil. Nestes estudos, a família de aranha mais frequente na dieta alimentar de *T. lactitarse* foi Araneidae. A preferência destas aranhas por *Trypoxylon* nas duas áreas estudadas também vem sendo observada por outros autores em diferentes ecossistemas do país (Garcia & Adis, 1995; Camillo & Brescovit, 1999b; Araújo & Gonzaga, 2007; Buschini *et al.*, 2010a), e parece indicar um padrão entre as espécies do subgênero *Trypargilum*. Não se pode descartar que a preferência de *T. lactitarse* por *A. veniliae* no campus da UENF, e por *P. tuberculifer* na Mata do Mergulhão não seja devido apenas à sua disponibilidade em cada área, mas, talvez, também seja uma forma de evitar a competição por alimento com outras vespas predadoras (Rehnberg, 1987). Ainda, mesmo que exista um padrão por seleção de presas, a proporção e composição de presas selecionadas parece ser uma resposta adaptativa a sua abundância e distribuição.

Dentre as presas capturadas, as mais abundantes foram as construtoras de teias orbiculares aéreas, famílias Araneidae, Nephilidae e Tetragnathidae (Dippenaar-Schoeman & Jocqué, 1997). Em ecossistemas florestais este grupo funcional representa de 15% a 50% da riqueza e abundância total, tanto em ambientes temperados (Coddington *et al.*, 1996; Scharff *et al.*, 2003) como tropicais (Silva & Coddington, 1996; Brescovit *et al.*, 2004). Entretanto, algumas espécies de *Trypoxylon* apresentam preferência por outros grupos de aranhas. Buschini *et al.*

(2010b) verificaram que *Trypoxylon (Trypargilum) agamemnon* Richards, 1934 captura exclusivamente aranhas que forrageiam na vegetação, principalmente espécies da família Anyphaenidae.

A maior proporção de jovens e fêmeas entre as presas de *T. lactitarse*, em ambas as populações estudadas, é semelhante ao relatado em diversos estudos sobre a dieta de *Trypoxylon* (Coville, 1981; Rehnberg, 1987; Brockmann & Grafen, 1992; Genaro & Alayon, 1994; Camillo & Brescovit, 1999b; Buschini *et al.*, 2010a). Esta diferença na composição da dieta pode estar relacionada aos seguintes fatos, já discutidos na literatura: (1) aranhas fêmeas têm relativamente abdômenes maiores e cefalotórax proporcionalmente menos proeminente, tornando-se uma fonte de alimento de maior qualidade (Berman & Levi, 1971; Levi, 1971; Rehnberg, 1987); (2) em algumas espécies os machos possuem espinhos que podem dificultar seu empacotamento nas células de cria, além de tecerem teias menores e menos visíveis (Waldorf, 1976); (3) aranhas jovens costumam permanecer concentradas próximas aos locais de onde emergem (Jones, 1983), facilitando a visualização e captura pelas vespas fêmeas; (4) maior disponibilidade de aranhas jovens no ambiente (Camillo & Brescovit, 1999b). Além disso, o tamanho de aranhas jovens pode ser mais adequado para a captura, o transporte até o ninho e no empacotamento nas células de cria. Não se pode descartar também que o tamanho das aranhas varia ao longo do ano, assim como seu valor energético, o que pode influenciar na escolha de *T. lactitarse* ao capturar determinada espécie de presa.

O número de aranhas depositadas em cada célula de cria na Mata do Mergulhão (duas a 28; $8,1 \pm 4,83$; $n = 41$ células) foi semelhante ao relatado por Camillo & Brescovit (1999b) (três a 23; $10,2 \pm 5,5$, $n = 130$ células) para populações de *T. lactitarse* no cerrado em Cajuru (SP). É sabido que esta variação no número de presas estocadas por célula pode ser ainda maior para algumas espécies de *Trypoxylon*, conforme observado por Krombein (1967) e Jiménez & Tejas (1994) para *Trypoxylon (Trypargilum) tridentatum* Packard, 1867 (entre 11 e 42, e de cinco a 55 presas por célula) e por Coville & Coville (1980) para *T. tenocitlan* (de 11 a 44 presas por célula). Esta variabilidade pode estar relacionada provavelmente a abundância das presas em diferentes tamanhos (Coville, 1982) e entre as estações do ano (Rehnberg, 1987). Segundo Medler (1967), a fêmea de *T. lactitarse* pode diferenciar a quantidade de alimento com base no peso, estocando assim um número de presas adequado.

Foi observada grande variação quanto à massa de aranhas depositadas nas células de cria nas duas áreas amostrada. No estudo de Camillo & Brescovit (1999b) a massa média de aranhas estocadas nas células de cria de *T. lactitarse* foi 221,8 mg (n = 130 células), valor superior ao encontrado nas populações do *campus* da UENF (125,9 mg) e da Mata do Mergulhão (69,8 mg). Esta variabilidade com relação à massa e número de presas de *T. lactitarse* em diferentes áreas pode indicar diferentes estratégias adotadas pelas fêmeas ao capturarem suas presas de acordo com a abundância e distribuição delas no local de caça. Ainda, esta variabilidade pode estar relacionada à alimentação diferenciada de machos e fêmeas, uma vez que machos de *Trypoxylon* são, geralmente, alimentados com menor quantidade de presas, sendo, portanto, menores do que as fêmeas (Coville, 1982; Brockmann & Grafen, 1992; Garcia & Adis, 1995).

A correlação entre a biomassa e número de presas por célula foi positiva para ambas as populações. Entretanto, conforme observado em outros estudos, dependendo da época da coleta de dados, uma mesma espécie de *Trypoxylon* pode apresentar diferentes correlações entre estas variáveis. Esta correlação também foi positiva para *T. lactitarse* (Camillo & Brescovit, 1999ba), *T. rogenhoferi* (Camillo *et al.*, 1994; Garcia & Adis, 1995) e *T. politum* (Rehnberg, 1987). Cross *et al.* (1975) relataram que células com grande quantidade de aranhas pequenas podem ter a mesma biomassa que aquelas com poucas aranhas grandes. Porém, tal fato não foi observado neste estudo, uma vez que células provisionadas com diferentes quantidades de aranhas apresentaram biomassas estatisticamente diferentes.

Na população da Mata do Mergulhão a diversidade de aranhas capturadas foi significativamente maior do que no *campus* da UENF, diferença que é reflexo da (1) diversidade de cada ambiente que é potencialmente explorado pelas fêmeas, (2) maior diversidade e disponibilidade local das espécies de aranhas capturadas e (3) flexibilidade no comportamento de caça destas vespas. Tais fatores contribuem para a predominância de *Trypoxylon* em diversos ambientes (Assis & Camillo, 1997). Além disso, o fato de *T. lactitarse* no *campus* da UENF e na Mata do Mergulhão ter utilizado mais de 90 e 60%, respectivamente, do provisionamento larval com indivíduos de *A. venilae*, uma espécie de aranha de hábito noturno, indica similaridade do nicho ecológico dessa espécie em diferentes ambientes.

Conforme registrado para outras espécies de *Trypoxylon* (Garcia & Adis, 1995; Camillo & Brescovit, 1999a), o parasitismo não foi a principal causa de

mortalidade. As causas não puderam ser identificadas, mas é possível que falhas no desenvolvimento ou ataques de microorganismos afetaram a sobrevivência de *T. lactitarse*. Pérez-Maluf (1993) observou taxa de mortalidade de 51,5% em 225 células e atribuiu a falhas no desenvolvimento e ataques de inimigos naturais, como Chrysididae e Sarcophagidae (Diptera). Já Camillo *et al.* (1993) observaram 31,8% de mortalidade em ninhos desta mesma espécie.

7 Conclusão

Trypoxylon lactitarse é uma espécie que apresenta similaridade em habitat antrópico e em fragmento florestal no que diz respeito ao período de nidificação, aos tipos de casulos encontrados nas células, a distribuição dos sexos nas células de cria e a maior captura de presas da família Araneidae.

Entretanto, as populações das duas áreas de estudo apresentam diferentes estratégias reprodutivas quanto a:

- produção de células de cria → UENF (menor), MATA (maior);
- volume das células de cria → UENF (maior), MATA (menor);
- tamanho corporal da prole produzida → UENF (maior), MATA (menor)
- número e biomassa de presas → UENF (maior), MATA (menor)
- diversidade de presas → UENF (menor), MATA (maior)

O volume da célula de cria é um possível fator no tipo de casulo a ser confeccionado pela larva de *T. lactitarse*, fato até então não conhecido na literatura para esta espécie. Casulos com extremidades arredondadas foram produzidos em células de maior volume, enquanto que casulos com extremidades expandidas foram produzidos principalmente em células de menores volumes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos nesse estudo podemos entender um pouco mais os efeitos da urbanização nas comunidades e populações de abelhas e vespas. Foi verificado que a composição de espécies que nidificam em ninhos-armadilha em um fragmento florestal e uma área antrópica próxima são diferentes (Capítulo 1). Uma das possíveis explicações é que muitos desses insetos são sensíveis às modificações causadas pela supressão da vegetação nativa. Além disso, o efeito das práticas agrícolas, da impermeabilização do solo e da poluição urbana podem desfavorecer a ocorrência destas espécies mais sensíveis nas áreas urbanas. Por outro lado, a maior diversidade e riqueza de espécies no ambiente urbano, quando comparado ao fragmento florestal próximo, podem ser entendida pelo grande número de espécies desta guilda que é capaz de estabelecer grandes populações em áreas abertas, onde se alimentam principalmente de recursos de plantas ruderais, ou ainda apresentam alta plasticidade na gama de itens alimentares. Estes resultados, associados a outros obtidos por outros autores, indicam que a relação entre os parâmetros riqueza e diversidade de espécies com a qualidade do habitat deve ser analisada com cautela, focalizando em grupos (famílias ou gêneros) que conhecidamente apresentam maior restrição de habitat, e não na guilda como um todo.

Este trabalho também indicou que mesmo as espécies que são abundantemente encontradas em ambientes urbanos, como *Centris analis* e *Trypoxylon lactitarse*, apresentam variações nas suas populações entre ambientes que variam quanto à disponibilidade e qualidade de recursos. A dependência de *C. analis*, assim como outros Centridini, a fontes de óleos florais restringe suas populações a locais com alta disponibilidade deste recurso. Possivelmente este fato está associado à menor frequência de ninhos desta espécie de abelha na Mata do Mergulhão, onde flores de óleo são pouco abundantes (Capítulo 2). Por outro lado, *T. lactitarse*, que como outras espécies do gênero, dependem exclusivamente de aranhas para a alimentação da sua prole, teve maior número de ninhos na área de mata, onde a diversidade e abundância deste recurso possivelmente são maiores, como sugerem os dados de riqueza e diversidade de aranhas encontradas nos ninhos (Capítulo 3).

Sendo assim, estudos complementares para a quantificação dos recursos alimentares são necessários a fim de testar sua influência nas comunidades e populações de abelhas e vespas nestes locais.

Os estudos populacionais realizados nessa dissertação também trouxeram dados importantes sobre as espécies *C. analis*, *C. tarsata* (Cap. 2) e *T. lactitarse* (Cap. 3), como por exemplo, as taxas de mortalidade em diferentes estágios do desenvolvimento, os aspectos comportamentais (como seus ninhos são construídos, alimento larval utilizado e distribuição dos sexos nos ninhos) e a comparação de parâmetros entre machos e fêmeas (tamanho dos adultos, suas respectivas células e tempo de desenvolvimento).

Apesar de essas espécies habitarem em ambientes próximos, elas divergem em alguns aspectos ecológicos que não seriam detectados em um estudo geral sobre comunidades, conforme o capítulo 1 desse trabalho. Assim, os dados dos capítulos 1 e 2 indicaram padrões entre as áreas onde (i) não há variação no material utilizado nas construções dos ninhos das três espécies ou na arquitetura dos mesmos, (ii) *T. lactitarse* captura preferencialmente aranhas da família Araneidae e (iii) não há diferença no tempo de desenvolvimento de machos e fêmeas. Ainda, novos dados para literatura foram apresentados quanto à formação dos tipos de casulos encontrados em ninhos de *T. lactitarse*.

A dispersão dos indivíduos entre áreas antrópicas e áreas florestais é pouco estudada e as áreas deste estudo podem servir para futuros estudos desta natureza. Para isso, é preciso levar em consideração a mensuração da complexidade ambiental dos dois ambientes para um melhor entendimento sobre os efeitos da urbanização nessas comunidades. Além disso, sugerem-se também estudos polínicos comparativos, visando a análise do pólen estocado nas células de cria das abelhas ao longo das estações nas duas áreas. Assim, através da identificação dos tipos polínicos pode-se indicar a extensão e sobreposição do nicho entre as espécies e o papel da disponibilidade de recursos na maior atividade de nidificação das espécies estudadas.

A partir dos dados apresentados neste trabalho, é necessário proceder investigações que possibilitem análises comparativas ao longo do tempo, pois estas permitirão avaliar a dinâmica de populações de Hymenoptera em áreas antrópicas e florestais comparativamente, que podem oferecer subsídios para o entendimento dos efeitos da urbanização sobre essas populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar A. J. C. & Martins C. F. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 101–116.
- Aguiar, C. M. L. & C. A. Garofalo. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(3): 477-486.
- Aguiar, A. J. C., Garofalo, 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: 1030-1038.
- Alves-dos-Santos, I. 2003. Trap-nesting bees and wasps on the University Campus in Sao Paulo, Southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). *Journal of Kansas Entomological Society*, 76(2): 328-334.
- Alves-dos-Santos I., Machado I. C. & Gaglianone, M. C. 2007. Historia natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, 11(4): 544-577.
- Araújo, A. S. & Gonzaga, M. O. 2007. Individual specialization in the hunting wasp *Trypoxylon (Trypargilum) albonigrum* (Hymenoptera, Crabronidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61: 1855-1863.
- Assis, J. M. F. & Camillo, E. 1997. Diversidade, sazonalidade e aspectos biológicos de vespas solitárias (Hymenoptera: Vespidae) em ninhos armadilhas na Região de Ituiutaba, MG. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26(2): 335-347.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. Ecology: From individuals to ecosystems. 4 ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 738p.
- Benedetti, V. & Zani Filho, J. 1993. Metodologia para caracterização de fragmentos florestais em projetos agro-silviculturais. In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 2: 400-401.
- Berman, J. D. & Levi, H. W. 1971. The orb weaver genus *Neoscona* in North America (Araneae: Araneidae). *Museum of Comparative Zoology*, 141(8): 465-500.
- Brescovit, A. D., Bertani, R., Pinto-Da-Rocha, R. & Rheims, C. A. 2004. Aracnídeos da Estação Ecológica Juréia Itatins: inventário preliminar e história natural. In Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Holos, Ribeirão Preto, 198-221.

- 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.
- Buschini, M. L. T. & Wolff, L. L. 2006. 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., Niesing, F. & Wolff, L. L. 2006. Nesting biology of *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure (Hymenoptera, Crabronidae) in trap-nest 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 Zoology Systematic and Evolution*, 45: 206-213.
- Buschini, M. L. T. & Woiski, T. D. 2008. Alpha-beta diversity in trap-nesting wasps (Hymenoptera: Aculeata) in southern Brazil. *Acta Zoológica*, 89(4): 351-358.
- Buschini, M. L. T., Borba, N. A. & Brescovit, A. D. 2008. 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., Borba, N. A. & Brescovit, A. D. 2010a. Prey selection in the trap-nesting wasp *Trypoxylon (Trypargilum) opacum* Brèthes (Hymenoptera; Crabronidae). *Brazilian Journal of Biology*, 70(3): 529-36.
- Buschini, M. L., Caldas, T. R., Borba, N. A. & Brescovit, A. D. 2010b. Spiders used as prey by the hunting wasp *Trypoxylon (Trypargilum) agamemnon* Richards (Hymenoptera: Crabronidae). *Zoological Studies*, 49(2): 169-175.
- Camillo, E., Garofalo, C. A., Muccillo, G. & Serrano, J. C. 1993. Biological observations on *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure in southeastern Brazil (Hymenoptera: Sphecidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 37(4): 769-778.
- Camillo, E., Garófalo, C. A. & Serrano, J. C. 1994. Observações sobre a biologia de *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae). *Anais da Sociedade Entomológica*, 23: 299-310.
- Camillo, E., Garofalo, C. A., Serrano, J. C. & Muccillo, G. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera: Aculeata). *Revista Brasileira de Entomologia*, 39: 459-470.

- Camillo, E., Garófalo, C. A. & Serrano, J. C. 1997. Biologia de *Monobia angulosa* Saussure em ninhos armadilhas (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26: 169- 175.
- Camillo, E. 1999. Bionomics of *Trypoxylon* (*Trypagilum*) *antropovi* and *Trypoxylon* (*Trypagilum*) *aestivale* (Hymenoptera, Sphecidae). *Inheringia*, 87: 29-36.
- Camillo, E. & Brescovit, A. D. 1999a. Aspectos biológicos de *Trypoxylon* (*Trypagilum*) *lactitarse* Saussure e *Trypoxylon* (*Trypagilum*) *rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae) em ninhos-armadilhas, com especial referência a suas presas. *Anais da Sociedade Entomológica*, 28(2): 251-261.
- Camillo, E. & Brescovit, A. D. 1999b. Spiders (Ananeae) captured by *Trypoxylon* (*Trypagilum*) *lactitarse* (Hymenoptera: in southeastern Brazil). *Revista de Biologia Tropical*, 47(1-2): 151-162.
- Cane, J.H. 2001. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? *Conservation Ecology* 5(1):3.
- Coddington, J. A., L. H. Young & Coyle, F. A. 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *Journal of Arachnology*, 24: 111-128.
- Conservation International. 2011. www.conservation.org, acessado em 02/02/2011.
- Coville, R. E., Frankie, G. W. & Vinson, S. B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of nesting habitats of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56: 109-122.
- Coville, R. E. & Coville, P. L. 1980. Nesting biology and male behavior of *Trypoxylon* (*Trypagilum*) *tenocitlan* in Costa Rica (Hymenoptera: Sphecidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 73: 110–119.
- Coville, R. E. 1981. Biological observations on three *Trypoxylon* wasps in the subgenus *Trypagilum* from Costa Rica: *T. nitidum schulthessi*, *T. saussurei* and *T. lactitarse* (Hymenoptera: Sphecidae). *The Pan-Pacific Entomology*, 57(2): 332-40.
- Coville, R. E. 1982. Wasps of the genus *Trypoxylon* subgenus *Trypagilum* in North America. University of California. 147p.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

- Cross, E. A., Stith, M. G. & Bauman, T. R. 1975. Bionomics of the organ-pipe mud-dauber, *Trypoxylon politum* (Hymenoptera: Sphecidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 68: 901-916.
- Cruz-Silva, L. 2009. Inventário de vespas e abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em cavidades em fragmentos de mata de tabuleiro no norte fluminense. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 55p.
- Daly, H. V., Doyen, J. T. & Purcell III, A. H. 1998. Introduction to insect biology and diversity. Oxford, 2ª edição, New York: Oxford University Press. 680p.
- Dippenaar-Schoeman, A.S. & Jocqué, R. 1997. African spiders. An identification manual. Plant Protection Research Institute - Biosystematics Division. 392p.
- Dirzo, R. & Raven, P. H. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review Environmental Resources*, 28: 137–167.
- 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.
- Evans, H. E. & Eberhard, M. J. W. 1970. The wasps. Ann Arbor, The University of Michigan Press. 265p.
- Faegri, K. & Pijl, L. V. 1979. The principles of pollination ecology. Third Edition. Pergamon Press Ltd., Oxford. 242p.
- Ferreira, R. 2004. Avaliação histórica da Vegetação nativa da Porção Inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 77p.
- Frankie, G. W., Vinson S. B., Newstrom, L. E. & Barthell, J. F. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. *Biotropica*, 20(4): 301-310.
- Frankie, G. W., Newstrom, L. E., Vinson, S. B. & Barthell, J. F. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bees species in Costa Rican dry forest. *Biotropica*, 25: 322-33.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2009. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 2005-2008. Relatório Parcial. INPE, São Paulo.
- Gaglianone, M. C., Rocha, H. H. S., Benevides, C. R., Junqueira, C. N. & Augusto, S. C. 2010. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de

- interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata curtis*) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. *Oecologia Australis*, 14(1): 152-164.
- 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*, 13: 259–282.
- Garófalo, C. A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do estado de São Paulo. *Anais do Encontro sobre Abelhas*, 4: 121-128.
- Garófalo, C. A, Martins, C. F & Alves-dos-Santos, I. 2004. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests In: International Workshop on solitary bees and their role in pollination, Beberibe, CE. Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination. 77-84.
- Gazola, A. L. & Garófalo, C. A. 2002. Comportamento dos inimigos naturais de *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera: Apidae). *Anais do II Simpósio de Ecologia Comportamental e de Interações*, 2: 10-17.
- Genaro, J. A., Sanchez, C. S. & Alayón, G. 1989. Notas sobre la conducta de nidificación de *Trypoxylon (Trypargilum) subimpressum* Smith (Hymenoptera: Sphecidae). *Caribbean Journal. Science*, 25: 228-229.
- Genaro, J. A. & Alayón, G. 1994. Las presas (Araneae) de *Trypoxylon (Trypargilum) subimpressum* (Hymenoptera: Sphecidae) em Cuba. *Revista de Biología Tropical*, 42(2): 353-356.
- Gonçalves, A. F. & Zanella, F. C. V. 2003. Ciclos de nidificação de abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades preexistentes no semi-árido paraibano. *Anais do Congresso de Ecologia do Brasil*, 6: 322–324.
- Guedes, R. S. & Zanella, F. C. V. 2006. Freqüência e comportamento de visitação de abelhas na cultura da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC) no semi-árido brasileiro e sua rela o com a poliniza o dessa cultura. In: VII Encontro sobre Abelhas, 2006, Ribeirão Preto. Anais do VII Encontro sobre Abelhas.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 2001. PAST - PAlaeontological STatistics, version 1.81, Manual. Disponível em <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- Hanson, P.E. & Gauld, I.D. 1995. The Hymenoptera of Costa Rica. The Natural History Museum, London. Oxford University Press. 893p.

- Hernandez, J. L., Frankie, G. W. & Thorp, R. W. 2009. Ecology of Urban Bees: A Review of Current Knowledge and Directions for Future Study. *Cities and the Environment*, 2(1): 1-15.
- 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.
- Jiménez, M. L. & Tejas, A. 1994. Las arañas presa de la avispa lodera *Trypoxylon (Trypargilum) tridentatum tridentatum* en Baja California Sur, Mexico. *Southwestern Entomology*, 19: 173-180.
- Jones, D. 1983. A guide to spiders of Britain and northern Europe. London: Hamlyn, 320p.
- Knerer, G. 1993. Life history diversity in sawflies. p. 33-59. In: M. Wagner & K. F. Raffa (eds.). Sawfly life history adaptations to woody plants. San Diego, Academic Press, 581p.
- Knoll, F. R. N., Bego, L. R. & Imperatriz-Fonseca, V. L. 1994. As abelhas em áreas urbanas. In: PIRANI, J.R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. (Eds.). *Flores e abelhas em São Paulo*. 2ª edição, São Paulo: EDUSP. 31-42
- Krombein, K. V. 1967. Trap-nesting wasps and bees. Life histories, and associates. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. 570 p.
- Laroca, S., Cure-Hakim, J. R. & Bortoli, C. 1982. A associação das abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. *Dusenía*, 13: 93-117.
- LaSalle, J. & Gauld, I. D. 1993. Hymenoptera and Diversity. Wallingford, England, Cab International. 348p.
- Levi, H. W. 1971. The diadematus group of the orb-weaver genus *Araneus* north of Mexico (Araneae: Araneidae). *Museum of Comparative Zoology*, 141(4): 131-179.
- Loyola, R. D. & R. P. Martins. 2006. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remanent. *Neotropical Entomology*, 35: 41-48.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University, 179p.
- Marchi, P. 2008. Biologia de nidificação de abelhas solitárias em áreas de Mata Atlântica. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia). 89p.

- Marques, M. F. & Gaglianone, M. C. 2010. Abelhas e vespas solitárias (Insecta, Hymenoptera) em ninhos-armadilha em um gradiente de altitude de floresta atlântica com afloramento rochoso. Painel apresentado no IX Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, SP.
- Margalef, R. 1972. Homage to evelyn hutchinson, or why is there no upper limit to diversity. *Academy of Arts and Science*, 44: 211-235.
- Martins, R. P. & Pimenta, H. R. 1993. Ecologia e comportamento de vespas solitárias predadoras. *Ciência Hoje*. 15: 14-19.
- Medler, J. T. 1967. Biology of *Trypoxylon* in trap nests in Wisconsin (Hymenoptera: Sphecidae). *American Midland Naturalist*, 78: 344-358.
- 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.
- Melo, G. A. R., Martins, A. C. & Gonçalves, R. B. 2006. Alterações de longo prazo na estrutura de assembléias de abelhas: conhecimento atual e perspectivas. *Anais do VII Encontro sobre Abelhas*, 150-155.
- Melo, R. R. & Zanella, F. C. V. 2007. 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. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 1-2.
- Milet-Pinheiro, P. & Schlindwein, C. 2008. Community of bees (Hymenoptera, Apoidea) and plants in an area of Agreste in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(4):625-636.
- Morato, E. F., Garcia, M. V. B. & Campos, L. A. O. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 1213-1222.
- Morato, E. F. & Campos, L. A. 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. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(3): 737-747
- Morato, E. F. 2004. Efeitos da sucessão florestal sobre a nidificação de vespas e abelhas solitárias. Dissertação de doutorado apresentada ao curso de pós-

- graduação em ecologia, conservação, manejo de vida silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais. 293p.
- Morato, E. F. & Martins, R. P. 2006. An overview of proximate factors affecting the nesting behavior of solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in preexisting cavities in wood. *Neotropical Entomology*, 35: 285–298.
- Moure, J. S., Melo, G. A. R. & Vivallo, F. 2008. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In: MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia. 1058p.
- Musicante, M. L. & Salvo, A. 2010. Nesting biology of four species of *Trypoxylon* (*Trypargilum*) (Hymenoptera: Crabronidae) in Chaco Serrano woodland, Central Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4): 1177-1188.
- Oliveira, F. S., Mendonça, M. W. A., Vidigal, M. C. S., Rêgo, M. M. C. & Albuquerque, P. M. C. 2010. Community of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the coastal sand dunes at Panaquatira beach, São José de Ribamar, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(2): 82-90.
- O'Neill, K. M. 2001. Solitary wasps: behavior and natural history. Ithaca, NY, Cornell University Press. 406p.
- O' Toole, C. & Raw, A. 1991. Bees of the world. London, Blandford Publishing. 191p.
- Patrício, G. B., Campos, M. J. O. & Malaspina, O. 2007. O efeito da heterogeneidade de habitats sobre as interações planta-polinizador na região da bacia do rio Corumbataí – SP. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 1-2.
- Perez-Maluf, R. 1993. Biologia de vespas e abelhas solitárias em ninhos-armadilha em Viçosa, MG. Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em ecologia. Universidade Federal de Viçosa. 87p.
- Peruquetti, R. C. & Del Lama, A. M. 2003. Alocação sexual e seleção sexo-dependente para tamanho de corpo em *Trypoxylon rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 47 (4): 581-588.
- Pinheiro, J. N. & Freitas, B. M. 2010. Efeitos tóxicos letais de pesticidas de amplo uso no Brasil, em várias formulações, sobre algumas espécies de abelhas e recomendações para boas práticas de manejo. *Oecologia Australis*, 14(1): 266-281.
- Pinto, L. P. & Brito, M. C. W. 2005. Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata atlântica brasileira: uma introdução. 27-30p. In: C. Galindo-Leal & Câmara I.G.,

- (eds), Mata Atlântica Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas, Fundação SOS Mata Atlântica.
- Potts, S. G., Willmer, P., Dafni, A. & Ne'eman, G. 2001. The utility of fundamental ecological research of plant-pollinator interactions as the basis for landscape management practices. *Acta Horticulturae*, 561: 141 - 152.
- RadamBrasil, P. 1983. Levantamento de recursos naturais, v.32. Folha SF.23/24. Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 780p.
- Rehnberg, B. G. 1987. Selection of spiders prey by *Trypoxylon politum* (Say) (Hymenoptera: Sphecidae). *Can. Ent.*, 119(2): 189-194.
- Reis, A. L. N. 2006. Abelhas e vespas (Hymenoptera) em ninhos-armadilha na restinga de Iquipari, São João da Barra, RJ. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 42p.
- Roubik, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University. New York, 514p.
- Roubik, D. W. 1996. Measuring the meaning of honey bees. In: Matheson, A., Buchmann, S. L., O'Toole, C., Westrich, P. & Willians, I. (eds.). 1996. The Conservation of Bees. Academic Press, New York. 163-172.
- Roulston, T'ai H. & J .H. Cane. 2000. The effect of diet breadth and nesting ecology on body size variation in bees (Apiformes). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 73: 129-142.
- Santos, A. J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. In: Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre (L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Pádua, orgs.). Universidade Federal do Paraná, 19-41.
- Samejima, H., Marzuki, M., Nagamitsu, T. & Nakasizuka, T. 2004. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation*, 120: 577-587.
- Santoni, M. M. & Del Lama, M. A. 2007. 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., Brescovit, A. D. & Del Lama, M. A. 2009. Differential occupation of the habitat by *Trypoxylon (Trypargilum)* Latreille wasps (Hymenoptera, Crabronidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(1): 107-114.

- Scharff, N., Coddington, J. A., Griswold, C. E., Hormiga, G. & Bjorn, P. D. P. 2003. When to quit? Estimating spider species richness in a northern European deciduous forest. *Journal of Arachnology*, 31: 246-273.
- Schlindwein, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. *Anais do Encontro sobre Abelhas*, 4: 131-141.
- Schüepp, C., Herrmann, J. D., Herzog, F. & Schmidt-Entling, M. H. 2010. Differential effects of habitat isolation and landscape composition on wasps, bees, and their enemies. *Oecologia*, DOI: 10.1007/s00442-010-1746-6.
- Silva, D. & Coddington, J. A. 1996. Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Perú): species richness and notes on community structure. *In: Manu-The biodiversity of Southeastern Perú* (D.E. Wilson & A. Sandoval, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, 253-311.
- 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: 541-545.
- Silva, F. S., Dan, M. L., Rabelo, G. R. & Nascimento, M. T. 2008. Composição florística do compartimento arbóreo de um fragmento de Mata Atlântica de baixada aluvial no Norte Fluminense, RJ. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 1-2.
- Silva-Júnior, J. L. P. 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 Licenciatura em Biologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 78p.
- Silva-Neto, J. M. 2008. Comunidade de abelhas (Insecta: Hymenoptera) e principais fontes de recursos florais no *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura Em Biologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 39p.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D. & Villa Nova, N. A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. Agronômica Ceres, Piracicaba, Brasil, 419p.
- Steffan-Dewenter, I., Klein, A. M., Gaebele, V., Alfert, T. & Tschardtke, T. 2006. Bee Diversity and Plant-Pollinator Interactions in Fragmented: from specialization to generalization. 387- 410. *In: N.M. Wasser & J. Ollerton, Plant-pollinator*

- interaction from specialization to generalization. The University of Chicago Press. 488p.
- Taura, H. M. & Laroca, S. 2001. Associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: Abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biológica Paranaense*, 30: 35-137.
- Thomazini, M. J. & Thomazini, A. P. B. W. 2000. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre (Embrapa Acre. Documentos, 57), 21p.
- Tonhasca, A. J., Albuquerque G. S. & Blackmer, J. L. 2003. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic forest. *J. Trop. Ecol.* 19: 99–102.
- Vamosi, J. C., Knight, T. M., Steets, J. A, Mazer, S. J., Burd, M. & Ashman T. 2006. Pollination decays in biodiversity hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(4): 956–961.
- Viana, B. F., Silva, F. O. & Kleinert, A. M. P. 2001. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology*, 30: 245-251.
- Waldorf, E. S. 1976. Spider size, microhabitat selection, and use of food. *American Midland Naturalist*, 96(1): 76-87.
- Westrich, P. 1996. Habitat requirements of Central European bees and the problems of partial habitats. *In*: Matheson, A.; Buchmann, S. L.; O'Toole, C.; Westrich, P. & Willians, I. (eds.). *The Conservation of Bees*. Academic Press, New York, 1-16.
- Zanette, L. R. S. 2001. Efeitos da urbanização sobre a riqueza e a abundância de vespas e abelhas nativas (Hymenoptera: Aculeata). Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. 69p.
- Zanette, L. R. S., Martins, R. P. & Ribeiro, S. P. 2005. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. *Landscape and Urban Planning*, 71(2-4): 105-121.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4^a ed. New Jersey, Prentice-Hall, 663p.