

**GUILDA DE ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) NIDIFICANTES EM  
NINHOS-ARMADILHA EM UM GRADIENTE ALTITUDINAL NA MATA  
ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO**

**MARCELITA FRANÇA MARQUES**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**

**Campos dos Goytacazes**

**Dezembro-2011**



**GUILDA DE ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) NIDIFICANTES EM  
NINHOS-ARMADILHA EM UM GRADIENTE ALTITUDINAL NA MATA  
ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO**

**MARCELITA FRANÇA MARQUES**

Dissertação apresentada ao Programa de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais

**Orientadora: Prof. Dra. Maria Cristina Gaglianone**

**Campos dos Goytacazes, RJ**

**Dezembro-2011**

FICHA CATALOGRÁFICA

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

452 / 2012

Marques, Marcelita França

Guilda de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) nidificantes em ninhos-  
armadilha em um gradiente altitudinal na mata atlântica, Rio de Janeiro /  
Marcelita França Marques. -- Campos dos Goytacazes, 2011.  
x, 54, [2] f. : il.

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

Área de concentração: Ecologia de Organismos

Orientador: Gaglianone, Maria Cristina

Bibliografia: f. 42-54

1. Guilda	2. Abelhas e vespas	3. Estrutura de comunidades
4. Nidificação	5. Altitude	I. Universidade Estadual do
Norte Fluminense Darcy Ribeiro		II. Título

595.79

M357a

**GUILDA DE ACULEATA (INSECTA, HYMENOPTERA) NIDIFICANTES EM  
NINHOS-ARMADILHA EM UM GRADIENTE ALTITUDINAL NA MATA  
ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO**

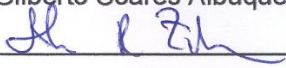
**MARCELITA FRANÇA MARQUES**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Ecologia e Recursos Naturais da  
Universidade Estadual do Norte  
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte  
das exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Ecologia e  
Recursos Naturais

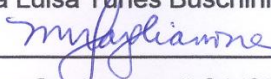
Aprovada em 05 de dezembro de 2011

Comissão examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gilberto Soares Albuquerque (LEF/CCTA/UENF)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Ilana Rozental Zalmon (LCA/CBB/UENF)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Maria Luisa Tunes Buschini (UNICENTRO)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Maria Cristina Gaglianone (LCA/CBB/UENF) Orientadora

Dedico esta dissertação a minha mãe,  
Cirlene França, por ser sempre meu amparo  
nos momentos em que mais precisei.

## **Agradecimentos**

À minha orientadora professora Maria Cristina Gaglianone, por aceitar me orientar, confiando em mim e no meu trabalho.

Ao professores Dr. Gilberto Soares Albuquerque, Dra. Ilana Rosental Zalmon e Dra. Magali Hoffmann por fazerem parte do comitê de acompanhamento (CA), contribuindo com diversas sugestões ao longo deste trabalho.

Ao professor Gabriel Augusto Rodrigues de Mello (UFPR) pela contribuição na identificação das abelhas e vespas.

À professora Dra. Ilana Rosental Zalmon pela revisão da dissertação e importantes sugestões.

Aos professores Dr. Gilberto Soares Albuquerque, Dra. Ilana Rosental Zalmon e Maria Luisa Tunes Buschini por aceitarem participar da banca.

Ao RIORURAL-GEF (Monitoramento da Biodiversidade) e PROCAD/CAPES (Projeto158/07) pelo apoio financeiro; ao LCA/CBB/UENF pelo apoio logístico; e à FAPERJ e CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos meus pais Cirlene França e Eugênio Marques e meus irmãos Ennio, Rodolfo e Ryan, por serem sempre tão presentes em minha vida e me apoiarem incondicionalmente.

Aos amigos Cássius Marcelo Pessanha, Keysson Vieira, Leonardo Moreno, Mariana Scaramussa, Mírian Nogueira, Paulo Victor Higino, Roberta Ribeiro, Suelem Batista, Tatiana Vieira, Vanessa Andrade e Vanessa Barcelos pelos momentos de descontração, pela amizade e incentivo. E aos amigos pró-ativos Beatriz Lins, Roberta Araújo, Maria Helena Reis, Ursula Taveira, Fabiana Kooper, Flávio Soffiati, Maurício Vecchi, Marcos Garcia e Renan Flores, que mostraram que nenhum trabalho de qualidade pode ser feito sem concentração e auto-sacrifício, confiança e amizade.

Aos amigos abelhudos do laboratório: André Bernardino, Anna Hautequestt, Bruno Mello, Frederico Teixeira, Geovana Girondi, Giselle Menezes, Hellen Azevedo, José Luiz Pontes, Nikolal Dias, Rodrigo Bittencourt, Reginaldo Caetano, Thaís Schwartz e Vivian Manhães pela amizade e auxílio no campo e momentos de descontração no laboratório. Em especial à Mariana Scaramussa, Willian Aguiar e Guilherme Silveira pela contribuição na redação e análises estatísticas.

Aos técnicos do LCA, Gerson da Purificação, Helmo Carvalho e José Vanderley Degel pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Um muito obrigada a todos...

## Sumário

Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Resumo.....	xi
Abstract.....	xii
1. Introdução.....	1
1.1 Padrões de distribuição das espécies ao longo do gradiente altitudinal.....	1
1.2 Guilda de Aculeata nidificantes em cavidades pré-existentes.....	3
2. Objetivo.....	5
3. Hipótese.....	5
4. Metodologia.....	6
4.1 Área de estudo.....	6
4.2 Variáveis abióticas e cobertura do dossel nas altitudes.....	7
4.3 Amostragem da Guilda de Aculeata e seus inimigos naturais em ninhos-armadilha.....	8
4.4 Arquitetura dos ninhos.....	10
4.5 Indicadores ecológicos da guilda de Aculeata nidificantes em cavidades pré-existentes.....	10
4.6 Análise comparativa da guilda entre as altitudes.....	11
5. Resultados.....	12
5.1 Comparação das variáveis abióticas e da vegetação entre as altitudes.....	12
5.2 Composição da guilda de Aculeata nidificantes em cavidades pré-existentes e inimigos naturais.....	13
5.3 Sazonalidade.....	20
5.4 Abundância de ninhos e de emergentes nas altitudes.....	22
5.5 Diversidade e similaridade da guilda de vespas e abelhas nidificantes em ninhos-armadilha nas altitudes.....	26
5.6 Uso dos ninhos-armadilha pelas espécies comuns às três altitudes.....	30
5.7 Arquitetura dos ninhos de vespas e abelhas nidificantes nas três altitudes...31	
5.8 Ninhos mistos.....	34
6. Discussão.....	34
6.1 Parâmetros ecológicos da guilda de Aculeata no Morro do Itaoca.....	34
6.2 Espécies comuns às três altitudes no Morro do Itaoca.....	41
7. Conclusões.....	41
8. Referências bibliográficas.....	42



## Lista de Figuras

Figura 1. Vista do Morro do Itaoca no município de Campos dos Goytacazes, na região norte fluminense do Rio de Janeiro (Fonte: <a href="http://nortear-rj.blogspot.com.br">http://nortear-rj.blogspot.com.br</a> ).....	7
Figura 2. Indicação das áreas amostrais nas diferentes altitudes no Morro do Itaoca, município de Campos dos Goytacazes, RJ (Fonte: Google Earth).....	9
Figura 3. Ninhos-armadilha em feixes de gomos de bambu e tubos de cartolina inseridos em placa de madeira, dispostos em um ponto amostral na altitude de 50m no Morro do Itaoca, RJ.....	9
Figura 4. Espécies de abelhas amostradas no Morro do Itaoca, RJ. A – <i>Megachile pseudanthidioides</i> ; B – <i>Megachile (Leptorachina) sp1</i> ; C – <i>Epanthidium tigrinum</i> ; D – <i>Megachile (Chrysosarus) sp1</i> ; E – <i>Megachile nigripennis</i> ; F – <i>Megachile sp1</i> ; G – <i>Centris tarsata</i> ; H – <i>Centris analis</i> ; I – <i>Centris terminata</i> ; J – <i>Euglossa pleosticta</i> ; K – <i>Euglossa sp.</i> ; L – <i>Eufriesea violacea</i> ; M – <i>Xylocopa frontalis</i> .....	15
Figura 5. Espécies de vespas amostradas no Morro do Itaoca, RJ. A– <i>Trypoxylon lactitarse</i> ; B– <i>Trypoxylon sp1</i> ; C– <i>Trypoxylon sp2</i> ; D– <i>Pachodynerus grandis</i> ; E– <i>Zethus sp.</i> ; F– <i>Monobia angulosa</i> em ninhos-armadilha no Morro do Itaoca (RJ).....	16
Figura 6. Variação mensal no número de ninhos fundados por abelhas e vespas em ninhos-armadilha no Morro do Itaoca (RJ), e valores de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) .....	20
Figura 7. Número de indivíduos de Apidae e Megachilidae que emergiram de ninhos-armadilha no Morro do Itaoca, RJ.....	22
Figura 8. Número de indivíduos de Crabronidae, Vespidae e Pompilidae que emergiram de ninhos-armadilha no Morro do Itaoca, RJ.....	22
Figura 9. Abundância média de ninhos fundados por abelhas e vespas nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ .....	23
Figura 10. Abundância de ninhos fundados por abelhas e vespas nas altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	24
Figura 11. Abundância de ninhos fundados em ninhos-armadilha por espécies de abelhas e vespas comuns nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	25
Figura 12. Abundância de emergentes em ninhos-armadilha de espécies de abelhas e vespas nas três altitudes no Morro do Itaoca.....	25
Figura 13. Dendrograma representativo de similaridade (coeficiente de Bray Curtis) entre guildas de abelhas e vespas em ninhos-armadilha, amostradas nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	28
Figura 14. Distribuição da ordem de abundância da guilda de abelhas e vespas nidificantes em ninhos-armadilha nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	29
Figura 15. Curvas de rarefação da riqueza estimada para a guilda de abelhas e vespas nidificantes em ninhos-armadilha em função da abundância de ninhos nas três altitudes estudadas no Morro do Itaoca, RJ.....	30
Figura 16. Ninho de <i>M. nigripennis</i> no interior de um ninho-armadilha de bambu amostrado no Morro do Itaoca, RJ.....	32

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Temperatura média (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade média do vento (m/s) e cobertura do dossel (%) nas altitudes de 50, 200 e 400 m no Morro do Itaoca, RJ.....	12
Tabela 2. Espécies de abelhas e vespas e número de ninhos fundados por elas em três altitudes no Morro do Itaoca, Campos dos Goytacazes, RJ, entre maio/2009 e abril/2010.....	14
Tabela 3. Composição dos inimigos naturais em três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	17
Tabela 4. Número de ninhos de abelhas e vespas parasitados pelos respectivos inimigos naturais no Morro do Itaoca, RJ.....	19
Tabela 5. Número de ninhos fundados por abelhas e vespas em ninhos-armadilha no Morro do Itaoca, RJ, entre maio/2009 e abril/2010.....	21
Tabela 6. Número de indivíduos, média (desvio padrão) e número total de emergentes dos ninhos-armadilha nas diferentes altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	24
Tabela 7. Abundância de ninhos, riqueza e diversidade de abelhas e vespas em ninhos-armadilha nas diferentes altitudes no Morro do Itaoca, RJ. FO= frequência de ocorrência (pf= pouco-frequente, f= freqüente e mf= muito freqüente), D= dominância (d= dominante, a= acessória e oc= ocasional) e Ct= Categoria (c= espécie comum, i= intermediária e r= rara).....	27
Tabela 8. Comprimento e diâmetro dos ninhos-armadilha de bambu e cartolina e comprimento do ninho construídos pelas espécies de abelhas e vespas nidificantes nas três altitudes. Dados expressos em valores médios (cm) ± desvio padrão.....	31
Tabela 9. Amplitude, média e desvio padrão de células por ninho construídas pelas espécies de abelhas e vespas comuns em três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.....	33
Tabela 10. Número de ninhos mistos de espécies de abelhas e vespas amostradas no Morro do Itaoca, RJ.....	34

## Resumo

A descrição de padrões de distribuição espacial dos insetos é importante para o entendimento da estrutura das comunidades biológicas. Neste trabalho, a estrutura de guildas de abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha ao longo de um gradiente altitudinal foi caracterizada em um fragmento de floresta estacional semidecidual com afloramento rochoso, Morro do Itaoca (300 ha, altitude máxima de 414 m), Campos dos Goytacazes, RJ. Entre mar/2009 e abr/2010, foram instalados ninhos-armadilha em gomos de bambu e tubos de cartolina em nove estações de amostragem localizadas em três altitudes: 50 m (P1, P2, P3); 200 m (P4, P5, P6) e 400 m (P7, P8, P9). A comparação abiótica durante os meses de setembro e fevereiro incluiu dados de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e cobertura do dossel nas altitudes amostradas. Abelhas dos gêneros *Megachile* (5 espécies), *Epanthidium* (1), *Centris* (3), *Xylocopa* (1), *Eufriesea* (1) e *Euglossa* (2) e vespas dos gêneros *Trypoxylon* (3), *Auplopus* (1), *Pachodynerus* (1), *Zethus* (1) e *Monobia* (1) ocuparam 726 ninhos-armadilha. Dentre os ninhos coletados, 223 foram fundados a 50 m (504 indivíduos emergentes), 338 ninhos a 200 m (758 emergentes) e 165 a 400 m (340 emergentes), sem diferenças significativas na abundância de ninhos e de emergentes entre as altitudes amostradas. A biodiversidade foi maior a 200 m (50 m:  $H' = 1,032$ ; 200 m:  $H' = 1,399$ ; 400 m:  $H' = 0,948$ ), com diferença significativa entre 50m e 200m ( $t = -2,98$ ;  $p = 0,0029$ ) e 200 m e 400 m ( $t = 3,43$ ;  $p = 0,00065$ ). A similaridade da comunidade estudada entre as três altitudes alcançou 70%, sendo maior do que 80% entre 50 m e 200 m. A análise das curvas de rarefação das riquezas estimadas evidenciou que houve diferença significativa nos gradientes de altitude. A família mais abundante de inimigos naturais (Ichneumonidae) parasitou 11, 25 e 13 ninhos nas altitudes de 50, 200 e 400 m, respectivamente. Os demais inimigos naturais pertenceram às famílias Megachilidae, Chrysididae, Meloidae, Bombyliidae, Sarcophagidae e a uma espécie da Ordem Lepidoptera, parasitando 25, 25 e 22 ninhos nas altitudes de 50, 200 e 400 m, respectivamente. O padrão de distribuição altitudinal analisado pela abundância de ninhos e de emergentes e pela diversidade da comunidade amostrada mostrou-se congruente com o padrão descrito como unimodal-parabólico, caracterizado pelos maiores valores dessas características na altitude intermediária.

## Abstract

The description of spatial distribution of insects is important to understand the factors responsible for organizing the structure of biological communities. In the work, the guild structure of bees and wasps nesting in trap nest along an altitudinal gradient was characterized in a fragment of semideciduous forest with rocky outcrops, Morro do Itaoca (300ha, 414m altitude), Campos dos Goytacazes, RJ. Among Mar/2009 and Apr/2010, were installed trap nests in bamboo canes and cardboard tubes in nine sampling stations at three altitudes: 50 m (P1, P2, P3), 200 m (P4, P5, P6) and 400 m (P7, P8, P9). The abiotic comparison during the months of September and February such as temperature, relative humidity, wind speed and canopy cover between in the altitudes sampled. Bees of the genus *Megachile* (5 species), *Epanthidium* (1), *Centris* (3), *Xylocopa* (1), *Eufriesea* (1) and *Euglossa* (2) and wasps *Trypoxylon* (3), *Auplopus* (1), *Pachodynerus* (1), *Zethus* (1) and *Monobia* (1) occupied 726 trap nests. Among the nests collected, 223 were founded in the altitude of 50 m (504 individuals emerging), 338 nests in 200 m (758 emerging) and 165 on the 400 m (340 emerging), no significant difference in the abundance of nests and emergency of individuals in the altitudes sampled. The biodiversity was higher at 200 m (50 m:  $H' = 1.032$ , 200 m:  $H' = 1.399$ , 400 m:  $H' = 0.948$ ), significant differences in diversity between the altitude of 50m and 200m ( $t = -2.98$ ,  $p = 0.0029$ ) and 200 m and 400 m ( $t = 3.43$ ,  $p = 0.00065$ ). The similarity of the studied community between the three altitudes reached 70%, higher than 80% between 50m and 200 m. The analysis of the rarefaction curves of the richness estimated showed a significant difference in the gradients of altitude. The most abundant family of natural enemies (Ichneumonidae) parasitized 11, 25 and 13 nests in the altitudes 50 m, 200 m and 400 m respectively. Other associated species sampled belonged to the family Megachilidae, Chrysididae, Meloidae, Bombyliidae, Sarcophagidae and a species of the Order Lepidoptera, parasitizing 25, 25 and 22 nests at altitude 50 m, 200 m and 400 m, respectively. The altitudinal distribution pattern analyzed by the abundance of nests and emerging and by diversity of the community sampled was consistent with the pattern described as unimodal-parabolic, characterized by high values of these characteristics in the intermediate altitude.

## 1. Introdução

### 1.1 Padrões de distribuição das espécies ao longo do gradiente altitudinal

Em escala global, diversos fatores geográficos afetam a distribuição espacial das espécies, como a latitude e a altitude, visto que uma ampla gama de parâmetros varia ao longo destes gradientes, tais como as interações interespecíficas, produtividade, fluxo de energia, temperatura, precipitação pluviométrica, umidade, clima, história evolutiva e grau de interferência antrópica no ambiente (Begon *et al.*, 2007). Conseqüentemente, as variações destes parâmetros influenciam o padrão espacial da distribuição das espécies (Lieberman *et al.*, 1996; Pendry & Proctor, 1996; Lomolino, 2001; Rahbek, 2005; Grytnes & McCain, 2007; Paciência, 2008).

Com relação à altitude têm-se encontrado quatro padrões de variação na diversidade: 1- padrão unimodal-parabólico ou “distribuição em curva de sino”, com a maior diversidade em altitudes intermediárias; 2- padrão monotônico-decrescente com a elevação da altitude, ou seja, a diversidade diminui com o aumento da altitude; 3- padrão constante-decrescente, com a diversidade constante em baixas altitudes, e decrescendo em altas altitudes; 4- monotônico-crescente com a elevação da altitude, onde a diversidade aumenta com a altitude (Jansen *et al.*, 1976; Wolda, 1987; McCoy, 1990; Stevens, 1992; Olson, 1994; Abrams, 1995; Rahbek, 1995; Fisher, 1998; Ward, 2000; Pyrcz & Wojtusiak, 2002; Sanders *et al.*, 2003; Rahbek, 2005; Grytnes & McCain, 2007).

O padrão mais freqüentemente encontrado para a distribuição espacial da biodiversidade ao longo do gradiente altitudinal é o unimodal-parabólico, encontrado em muitos estudos realizados com diversos grupos taxonômicos de plantas (Kessler, 2001; Grytnes, 2003; Grau *et al.*, 2007) e animais (Olson, 1994; Rahbek, 1997; Sawaya, 1999; McCain, 2004; Escobar *et al.*, 2005; Lopes *et al.*, 2005; Rajão & Cerqueira, 2006; Rahbek *et al.*, 2007). Diversos estudos de comunidades de Insecta em gradientes de altitude demonstraram a existência deste padrão (Ribeiro *et al.*, 1993; Olson, 1994; Samson *et al.*, 1997; Fisher, 1998; Sanders, 2002; Gontijo *et al.*, 2005; Araújo *et al.*, 2006; Brehm *et al.*, 2007; Geraghty *et al.*, 2007; Merrill *et al.*, 2008; Santos, 2008; Williams *et al.*, 2008; Hackenberger *et al.*, 2009; Ober & Hayes, 2010). Segundo alguns autores, o padrão unimodal-parabólico é observado

principalmente em áreas próximas ao nível do mar e gradientes de altitude menos elevados (Rahbek, 1995; Lomolino, 2001; Soares, 2003; Kluge *et al.*, 2006).

Em altitudes mais elevadas, o padrão monotônico-decrescente foi considerado em alguns estudos como o mais comum (Fernandes *et al.*, 1997; Soares, 2003). Estudos relataram este padrão para formigas (Fernandes *et al.*, 1997; Brühl *et al.*, 1999; Araújo & Fernandes, 2003; Soares, 2003, Santos, 2008), insetos aquáticos (Jacolsen, 2003, 2004 e 2008), abelhas (Karunaratne & Edirisinghe, 2008), cupins (Hardy *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2003), borboletas (Sanchez-Rodriguez & Baz, 1995), opiliões (Almeida-Neto *et al.*, 2006) e aves (Hunter & Yonzon, 1992).

O padrão monotônico-crescente, relatado em poucos trabalhos, foi observado em grupos de psicópteros tropicais (Turner & Broadhead, 1974), vespas parasitas (Gauld, 1987), besouros (Ribeiro *et al.*, 1993), outros artrópodes (Carneiro *et al.*, 1995) e plantas (Vasquez & Givnish, 1998). Há ainda trabalhos que não encontraram um padrão definido de riqueza (Gerald, 2005; Lazzari & Lazzarotto, 2005).

Algumas hipóteses são sugeridas para explicar esses padrões de distribuição da biodiversidade nos gradientes altitudinais (Stevens, 1992; McCoy, 1990; Colwell & Lees, 2000; Lomolino, 2001; Grytnes & McCain, 2007; Currie & Kerr, 2008).

Segundo a hipótese do Efeito do Domínio Médio (*mid-domain effects*), a maior diversidade nas altitudes intermediárias do gradiente (padrão unimodal-parabólico) possui relação com as barreiras entre as amplitudes de distribuição das espécies. Esta hipótese é constituída por um modelo nulo de distribuição de espécies, calculado pela posição e pelo tamanho das áreas de ocorrência de cada uma das espécies (Colwell & Lee, 2000; Lyons & Willig, 2002; Colwell *et al.*, 2004; Arita, 2005; Hawkins *et al.*, 2005). Porém o Efeito do Domínio Médio é uma hipótese bastante simplificada, pois desconsidera diversos aspectos biológicos das espécies (Zapata *et al.*, 2003). Colwell *et al.* (2004) destacam que esta hipótese extrai componentes essenciais de padrões de biodiversidade importantes para estudos ecológicos, e sugere então a inclusão de fatores históricos na interpretação do modelo deste efeito.

Outra hipótese que talvez possa explicar o padrão unimodal-parabólico é a hipótese do distúrbio intermediário (Connell, 1978) proposta inicialmente por Horn (1975). Esta sugere que o aumento da biodiversidade seja relacionado a níveis

pequenos de distúrbios (Begon, 2007). Na altitude intermediária as condições ambientais não são tão inóspitas como na base e no topo do gradiente; portanto, nesta cota altitudinal quando os fatores de perturbação atuam com intensidade moderada e frequente, evitam que as espécies mais competitivas excluam as demais, persistindo uma grande biodiversidade na comunidade.

O Efeito ou Regra Rapoport foi utilizado por Stevens (1989) para explicar a variação da biodiversidade no gradiente latitudinal, discorrendo que espécies de altas latitudes possuem amplitude de ocorrência maior que espécies de baixa latitude. Subsequentemente estendeu-se esta regra para gradientes altitudinais (Stevens, 1992), onde o aumento do tamanho da área de ocorrência de espécies em altas altitudes resultaria na menor biodiversidade nestas áreas, determinando o padrão monotônico-decrescente (Stevens, 1992). Esta distribuição espacial das espécies pode ser consequência da variação abrupta das condições climáticas em altas altitudes (Stevens, 1989, 1992; Colwell & Lees, 2000; Almeida-Neto *et al.*, 2006).

Com base na complexidade ambiental do ecossistema, a estrutura de comunidades ou guildas presentes em gradientes de altitude é considerada heterogênea e de difícil interpretação (Willig *et al.*, 2003). Esta complexidade é refletida também nas análises dos dados que procuram explicá-la, envolvendo a composição de espécies, a riqueza, a abundância, as características abióticas do ecossistema, as relações tróficas e também as interações destes atributos (Houston, 1994).

## **1.2 Guilda de Aculeata nidificantes em cavidades pré-existent**

As abelhas e vespas pertencem à Ordem Hymenoptera (Subordem Aculeata), uma das mais diversas entre os insetos (Gauld & Bolton, 1988). Os himenópteros possuem grande diversidade ecológica, sendo fundamentais para a manutenção dos ecossistemas terrestres, devido a seus papéis relevantes como polinizadores, parasitóides ou predadores. Algumas estimativas conservadoras consideram cerca de 300 mil espécies compondo a ordem (Goulet & Huber, 1993).

Estima-se a existência de 20 a 30 mil espécies de abelhas no mundo (Michener, 2000). Em ecossistemas tropicais, as abelhas podem ser responsáveis pela polinização de até 80% das angiospermas (Kevan & Baker, 1983). Grande

parte deste processo é realizada por espécies não sociais, cuja construção de ninhos e coleta de alimento para o aprovisionamento das larvas são realizadas por uma única fêmea, não havendo sobreposição de gerações nem distinção de castas.

As vespas correspondem a 68 mil espécies conhecidas, atuando em importantes interações ecológicas como predação ou parasitismo, além da polinização. Elas aprovisionam seus ninhos com alimento de origem animal, enquanto que vespas adultas normalmente alimentam-se de néctar (Krombein & Norden, 1997; Campos, 2000). Dois fatores são importantes para a manutenção de populações de vespas predadoras no ambiente em que vivem: locais adequados para a construção de ninhos e quantidade suficiente de presas para seu aprovisionamento. Por isso, alterações na disponibilidade de locais para nidificação e na abundância de presas devem produzir variações correspondentes na estrutura de ninhos (como por exemplo, no número de células), na densidade populacional, assim como na diversidade de espécies (Evans, 1966).

Variações de tamanho corporal (Guess & Guess, 1980) de abelhas e vespas, assimetria na razão sexual (Pérez-Maluf, 1993; Morato *et al.*, 1999) e número de células construídas (Marques, 2008) podem ainda ser resultado da diferença de aprovisionamento, visto que células menores contém menor quantidade de alimento (Guess & Guess, 1980), refletindo variações sazonais (Brockmann & Grafen, 1992) ou ainda diferentes condições ambientais nas áreas de nidificação (Morato, 2004; Marques, 2008).

Poucos estudos relacionam a distribuição espacial de Hymenoptera ao longo de gradientes altitudinais. Na Mata Atlântica, Silveira & Cure (1993) verificaram o efeito da altitude sobre as abelhas comparando duas áreas de grandes elevações com áreas de terras baixas, encontrando distintos padrões biogeográficos. Tavares (2002), em seu estudo sobre diversidade de formigas, considerou duas faixas altitudinais, sem considerar o gradiente elevacional. Santos (2003) descreveu o padrão unimodal-parabólico para a distribuição de formigas em um gradiente de altitude. Uehara-Prado & Garófalo (2006) e Nemésio (2008) estudaram as espécies de abelhas de orquídeas (Apidae, Euglossina) ao longo da altitude, e verificaram um padrão monotônico-decrescente para a abundância e unimodal-parabólico para a riqueza de espécies e para a abundância de uma espécie de *Eufriesea*. Santos (2008) descreveu o padrão *continuum* de diversidade de espécies de vespas ao longo de um gradiente florestal de 1270m de floresta ombrófila densa em São Paulo.



Este autor observou uma composição de espécies distinta na altitude intermediária de 600m.

O estudo da distribuição, sazonalidade e das interações ecológicas das abelhas e vespas em gradientes de altitude é importante para auxiliar a compreender os padrões biogeográficos na Mata Atlântica, e pode fornecer informações importantes no contexto da conservação da biodiversidade deste bioma (Maia, 2005). Assim, o conhecimento destes padrões de distribuição da comunidade é fundamental para a elaboração de políticas de conservação (Begon *et al.*, 2007), servindo de base teórica para o desenvolvimento de políticas minimizadoras dos efeitos antrópicos na Mata Atlântica.

As áreas de Mata Atlântica localizadas em escarpas muito íngremes ou em altitudes elevadas são ainda hoje bem preservadas, pois diversas práticas antrópicas se tornam inviáveis. Segundo Porembski (2007), a mata atlântica no sudeste do Brasil, particularmente Rio de Janeiro, Minas Gerais e Bahia, está entre as três regiões mais importantes do mundo em endemismo e riqueza de espécies em inselbergs.

## **2. Objetivo**

Analisar e comparar a guilda de abelhas e vespas não sociais que nidificam em cavidades pré-existentes, assim como aspectos da sua nidificação, em um gradiente altitudinal em um fragmento de Mata Atlântica.

## **3. Hipótese**

Os indicadores de estrutura da guilda de vespa e abelhas que nidificam em cavidades pré-existentes como riqueza, abundância e biodiversidade apresentam maiores valores no sítio de altitude mediana, seguindo o encontrado para outros grupos de insetos em gradientes altitudinais de amplitude moderada, como é o caso do Morro do Itaoca.

## 4. Metodologia

### 4.1 Área de estudo

Este trabalho foi realizado no Morro do Itaoca (21°48'S 41°26'W) localizado no distrito de Ibitioca, município de Campos dos Goytacazes (RJ). Abrange uma área de aproximadamente 300ha, com altitude variando de 8 m a 420m (Figura 1). É constituído pelo maciço do Itaoca, uma elevação geológica do tipo *inselberg*, surgindo abruptamente em meio à paisagem circundante plana (Dan *et al.*, 2009). Este Morro é coberto por floresta estacional semidecidual e vegetação rupícola sobre grandes afloramentos rochosos graníticos (RadamBrasil, 1983).

Uma das sete elevações do Morro do Itaoca selecionadas neste estudo é conhecida localmente como Morro do Rato (Figura 1), distando 20km da cidade de Campos dos Goytacazes. Esta porção do Maciço é coberta por floresta estacional semidecidual. O local é utilizado como ponto para transmissores e antenas de emissoras de rádio e televisão, além de ser um local utilizado por atletas para a prática de vários esportes como *mountain bike* e vôo livre. A floresta que dominava a planície do entorno do morro foi totalmente substituída por pastagens e plantios de cana-de-açúcar.

O Morro do Itaoca representa um importante remanescente do bioma Mata Atlântica no município, e é uma das Unidades de Conservação previstas para ser implantadas pelo Plano Diretor do Município de Campos dos Goytacazes sancionado em 1991 e que atualmente está sendo revisto. O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) está finalizando os estudos para incluir o Morro da Itaoca nos limites do Parque Estadual do Desengano, através das faixas marginais de proteção do Rio Ururaí e da Lagoa de Cima, formando um corredor florestal (dados disponíveis em: [www.campos.rj.gov.br](http://www.campos.rj.gov.br)).

Este morro abriga espécies de relevante interesse científico, como a endêmica *Begonia ibitiocensis* E. L. Jacques & Mamede (Begoniaceae), *Sinningia* sp. nov. (Gesneriaceae), a recém descrita *Cryptanthus delicatus* Leme (Bromeliaceae) e o primeiro registro de ocorrência da espécie *Wunderlichia mirabilis* Riedel ex Baker para o estado do Rio de Janeiro (Dan *et al.*, 2009; Pessanha, 2011).



Figura 1. Vista do Morro do Itaoca no município de Campos dos Goytacazes, na região norte fluminense do Rio de Janeiro (Fonte: <http://nortear-rj.blogspot.com.br>).

#### **4.2 Variáveis abióticas e cobertura do dossel nas altitudes**

Como parâmetros microclimáticos das áreas amostrais foram medidos a temperatura máxima média, umidade relativa do ar e velocidade média do vento, durante três dias consecutivos nos meses de fevereiro e setembro. Valores de temperaturas e UR máxima em intervalos de 24 horas foram obtidos com termohigrômetros instalados simultaneamente nas três altitudes, fazendo-se a média de três dias para cada altitude. A velocidade do vento foi tomada em um único dia com o uso de um anemômetro manual disposto a 2 m do solo durante o período de dois minutos nos quatros pontos cardeais. Também foi calculada a média destes valores para cada ponto amostral.

Como parâmetro indireto de intensidade luminosa, foi feita a caracterização da cobertura do dossel com auxílio de um densiômetro esférico convexo. A avaliação foi feita nos nove pontos amostrais dispostos nas três altitudes, sendo avaliado nos quatro pontos cardeais em cada ponto amostral. O densiômetro é composto por um espelho convexo, com o seu centro dividido em 24 quadrantes, e as leituras foram realizadas a 1 m do solo, sempre por uma mesma pessoa. Para a leitura, cada quadrante foi assumido em quatro partes, e foram contados quantos quartos do quadrante refletiam o dossel. A soma do total dos quadrantes foi multiplicada por 1,04, derivando-se a estimativa de porcentagem de cobertura de área ocupada pelo dossel (conforme Lemmon, 1954). Obteve-se, então, um valor médio entre os três pontos amostrais correspondentes a cada altitude.

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H) ao nível de 5% de significância foi utilizado para fazer a comparação entre as medianas destas variáveis.

Além destas variáveis, os dados climáticos para a região do Morro do Itaoca (temperatura média e precipitação pluviométrica mensal) obtidos na Estação Evapotranspirométrica da UENF – PESAGRO foram utilizados na análise de sazonalidade de abelhas e vespas e emergência dos adultos.

#### **4.3 Amostragem da Guilda de Aculeata e seus inimigos naturais em ninhos- armadilha**

A técnica de ninhos-armadilha consiste em cavidades artificiais oferecidas para que as abelhas e vespas nidifiquem. Os modelos de ninhos-armadilha mais utilizados são blocos de madeira perfurados (Frankie *et al.*, 1993), gomos de bambu (Jayasingh & Taffe, 1982) e tubos de cartolina inseridos em placas de madeira (Camillo *et al.*, 1995). Através desta técnica é possível obter informações não apenas sobre a estrutura de comunidades destes insetos em uma dada área, como também de sua bionomia, inimigos associados e sazonalidade.

Os ninhos-armadilha utilizados neste estudo foram confeccionados em dois substratos: gomos de bambu secos, fechados em uma das extremidades pelo próprio nó com diâmetros entre 5 e 30 mm e comprimentos de 7 a 27 cm e tubos de cartolina com 6, 8, 10 e 15 mm de diâmetro e 8 cm de comprimento.

Foram selecionados nove pontos para a instalação dos ninhos-armadilha nas altitudes de 50, 200 e 400 m (Figura 2 e 3), sendo três pontos em cada altitude, distando pelo menos 50 m entre eles. Em cada ponto amostral foram instalados ninhos-armadilha de cartolina (45 tubos de cartolina dispostos em um bloco de madeira) e de bambu (90 gomos de bambu, arrumados em três feixes), a uma altura de 1,50 m do solo e protegidos de chuva. Os ninhos-armadilha nos nove pontos amostrais foram monitorados mensalmente durante o período de um ano, entre maio de 2009 e abril de 2010 para a coleta de ninhos operculados.



Figura 2. Indicação das áreas amostrais nas diferentes altitudes no Morro do Itaoca, município de Campos dos Goytacazes, RJ (Fonte: Google Earth).



Figura 3. Ninhos-armadilha em feixes de gomos de bambu e tubos de cartolina inseridos em placa de madeira, dispostos em um ponto amostral na altitude de 50m no Morro do Itaoca, RJ.

Os ninhos ocupados e finalizados pela fêmea construtora, foram registrados e colocados em mangueira plástica transparente, sendo mantidos no laboratório sob temperatura ambiente. O termo inimigo natural foi utilizado para designar os insetos que ocupavam os ninhos das espécies fundadoras, independente do comportamento (predador, cleptoparasita ou parasitóide).

Após a emergência, os insetos foram mortos em acetato de etila, montados e após identificação taxonômica, depositados na Coleção de Zoologia do LCA/UENF.

No campo, os ninhos coletados foram substituídos por outros ninhos-armadilha de substratos e diâmetros semelhantes.

#### **4.4 Arquitetura dos ninhos**

Para as análises dos diversos parâmetros da biologia de nidificação de abelhas e vespas, foram comparados apenas os ninhos construídos pelas mesmas espécies nos três gradientes de altitude.

Os ninhos foram fotografados, suas medidas de arquitetura (conforme Krombein, 1967) tomadas e seus parâmetros analisados:

- comprimento e diâmetro do ninho-armadilha utilizado;
- comprimento do ninho construído;
- número de células construídas;
- materiais utilizados na construção dos ninhos (areia, folhas vegetais, pétalas de flores, resina ou serragem);
- presença e identidade de inimigos naturais.

Os ninhos mistos foram considerados como aqueles em que houve fundação de duas espécies distintas, em um único ninho-armadilha, segundo definição de Pérez-Maluf (1993). O número de células construídas pela segunda espécie foi considerado a partir do espaço vazio deixado pela primeira espécie.

#### **4.5 Indicadores ecológicos da guilda de Aculeata nidificantes em cavidades pré-existent**

A guilda associada aos ninhos-armadilha foi analisada em cada altitude através de parâmetros ecológicos, como composição (catálogo das espécies amostradas), riqueza (número de espécies), abundância relativa ( $p_i = n_i/N$ , onde  $n_i$  é o número de indivíduos da espécie  $i$  e  $N$  é o total de indivíduos amostrados), abundância total (número de indivíduos da amostra), diversidade, dominância e equitabilidade.

A diversidade em cada altitude foi calculada pelo índice de Shannon-Wiener ( $H = -\sum p_i \log p_i$ , onde  $p_i$  = proporção de indivíduos amostrados em cada altitude da espécie  $i$  e  $\ln$  = logaritmo neperiano).

Para cada espécie observada pela amostragem de ninho-armadilha, foi calculada a frequência de ocorrência (FO) e dominância (D), onde FO= número de amostras com a espécie  $i$  / número de amostras total  $\times 100$ . Caso a FO  $\geq 50\%$ = a espécie é indicada como muito freqüente (mf), se FO  $< 50\%$  e  $\geq 25\%$ = freqüente (f) e caso a FO  $< 25\%$ = pouco freqüente (pf). A dominância foi calculada como D= Abundância da espécie  $i$  / abundância total  $\times 100$ . Quando D  $\geq 5\%$ = espécie dominante (d), se D  $< 5\%$  e  $\geq 2,5\%$ = espécie acessória (a) e quando D  $< 2,5\%$ = espécie ocasional (oc). Ao se analisar estes índices juntos podem ser usados para categorizar as espécies (Ct): espécies comuns (mf ou f + d= c), raras (pf + oc= r) e intermediárias (outras combinações= i) (Palma, 1975 *apud* Buschini, 2006).

Os índices de equitabilidade foram calculados segundo Pielou (1966):  $J' = H'/H'Max$ , onde  $H'$  é o índice de Shannon-Wiener e  $H'Max$  é o logaritmo neperiano (ln) do número total de espécies na amostra; este índice varia de 0 a 1 (Magurran, 2003).

#### **4.6 Análise comparativa da guilda entre as altitudes**

Para comparar os índices de diversidade de Shannon obtidos em cada altitude, foram feitas comparações de dois a dois pelo teste-t de Student (1970) ao nível de 5%. Para este cálculo utilizou-se o programa Past versão 1.91 (Hammer *et al.*, 2001).

Os valores de abundância de ninhos e de emergentes construídos nas três altitudes pela comunidade total e pelas espécies comuns às altitudes foram comparados realizando-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância. Estas análises utilizaram os valores subtotais dos nove pontos amostrais utilizando o programa Statistica versão 8.0 (StatSoft. Inc., 2007).

A eficiência da amostragem e a comparação da riqueza estimada nas três altitudes foram analisadas com base na análise de curvas de rarefação individual, utilizando-se o programa Past e Statistica. Foi também utilizado o estimador de riqueza não-paramétrico Bootstrap, obtidos pelo programa Past. O estimador Bootstrap estima a riqueza baseada na incidência das espécies (Colwel, 2004).

A similaridade de Bray-Curtis nas três altitudes amostradas foi calculada pelo programa Statistica, levando-se em consideração a abundância relativa das espécies encontradas.

## 5. Resultados

### 5.1 Comparação das variáveis abióticas e da vegetação entre as altitudes

Os valores de temperatura média foram decrescentes com o aumento da altitude; entretanto, esta variável não foi significativamente diferente nas três altitudes (em fevereiro:  $H = 3,38$ ;  $p = 0,1845$ ; em setembro:  $H = 3,28$ ;  $p = 0,1933$ ). A umidade relativa média (UR) foi maior na altitude de 200m (Tabela 1); no entanto esta diferença também não foi estatisticamente significativa (fevereiro:  $H = 3,20$ ;  $p = 0,2014$ ; setembro:  $H = 1,62$ ;  $p = 0,4437$ ).

O maior valor de cobertura do dossel (85 %) foi observado a 200 m, em fevereiro. Já em setembro, este valor ocorreu a 400 m (62 %, Tabela 1). A cobertura do dossel não diferiu estatisticamente entre as altitudes durante os meses de fevereiro e setembro (ambos com valores:  $H = 0,00$ ;  $p = 1,0$ ).

A velocidade média do vento foi maior a 400 m e diferiu estatisticamente nas altitudes em setembro ( $H = 19,29$ ;  $p = 0,0001$ ), não diferindo em fevereiro ( $H = 4,10$ ;  $p = 0,1283$ ).

Tabela 1. Temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%), velocidade média do vento (m/s) e cobertura do dossel (%) nas altitudes de 50, 200 e 400 m no Morro do Itaoca, RJ

	50 m	200 m	400 m
Setembro			
Temperatura média	35,8	34,7	33,7
Umidade relativa média	59,7	71,8	62,1
Velocidade média do vento	1,25	2,12	2,62
Cobertura do dossel	41,9	55,2	61,6
Fevereiro			
Temperatura média	38,3	32,7	31,4
Umidade relativa	61,8	76,6	71,1
Velocidade média do vento	0,86	1,03	1,28
Cobertura do dossel	72,0	84,7	81,5



## 5.2 Composição da guilda de Aculeata nidificantes em cavidades pré-existent e inimigos naturais

Foram coletados 726 ninhos, destes foram fundados 223 na área 1 (50 m), 338 na área 2 (200 m) e 165 na área 3 (400m). Emergiram 1328 indivíduos pertencentes a 20 espécies e cinco famílias (Apidae, Megachilidae, Crabronidae, Vespidae e Pompilidae) (Tabela 2, Figura 4 e 5). Emergiram também 166 indivíduos associados pertencentes a 9 espécies das famílias Megachilidae, Chrysididae e Ichneumonidae (Hymenoptera), Sarcophagidae e Bombyliidae (Diptera), Meloidae (Coleoptera) e a uma família não identificada de Lepidoptera (Tabela 3).

A família Megachilidae foi a mais freqüente nos ninhos-armadilha. *Megachile nigripennis*, *Megachile pseudanthidioides*, *Megachile (Leptorochina) sp1*, *Megachile sp1*, *Megachile (Chrysosarus) sp1* e *Epanthidium tigrinum* utilizaram 41 ninhos-armadilha. Todas as espécies de Megachilidae foram mais abundantes a 200 m, com exceção de *E. tigrinum* que fundou apenas um ninho a 50m.

Dentre os Apidae, *Centris tarsata*, *Centris analis*, *Centris terminata*, *Euglossa pleosticta*, *Euglossa sp1*, *Eufriesea violacea* e *Xylocopa frontalis* ocuparam 14 ninhos-armadilha, sendo que *E. violacea*, *E. pleosticta* e *Euglossa sp1* fundaram mais ninhos a 200m.

As famílias Crabronidae e Vespidae foram representadas por três espécies cada: *Trypoxylon lactitarse*, *Trypoxylon sp1* e *Trypoxylon sp2* e *Monobia angulosa*, *Pachodynerus grandis* e *Zethus sp1*, respectivamente. Já a família Pompilidae foi representada por apenas uma espécie, *Auplopus sp1*. Destas espécies, *T. lactitarse*, *Trypoxylon sp1*, *M. angulosa* e *P. grandis* também foram mais abundantes a 200 m.

Vespas das famílias Crabronidae, Vespidae e Pompilidae foram as famílias mais abundantes (n= 623 ninhos no total), enquanto abelhas das famílias Apidae e Megachilidae tiveram emergência em 55 ninhos; dentre estes, 15 ninhos-armadilha apresentaram ninhos mistos, formados por mais de uma espécie. Em 48 ninhos (25 de Megachilidae, 3 de Euglossina, 10 de Centridini e 10 ninhos de vespas não houve emergência e, por isso, não foi possível identificar a espécie fundadora.

Tabela 2. Espécies de abelhas e vespas e número de ninhos fundados em três altitudes no Morro do Itaoca, Campos dos Goytacazes, RJ, entre maio/2009 e abril/2010

ESPÉCIES	NÚMERO DE NINHOS			
	50m	200m	400m	Total
<b>APIDAE</b>				
<i>Centris analis</i> Fabricius, 1804	01	02	02	05
<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874	01	-	-	01
<i>Centris terminata</i> Smith, 1874	-	-	01	01
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	-	01	-	01
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	-	01	-	01
<i>Euglossa</i> sp1	-	03	01	04
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	01	-	-	01
<b>MEGACHILIDAE</b>				
<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schottky, 1905)	01	-	-	01
<i>Megachile (Chrysosarus)</i> sp1	-	02	-	02
<i>Megachile (Leptorachina)</i> sp1	02	03	-	05
<i>Megachile nigripennis</i> Spinola, 1841	01	18	03	22
<i>Megachile pseudanthidioides</i> Moure, 1943	03	07	-	10
<i>Megachile</i> sp1	-	01	-	01
<b>CRABRONIDAE</b>				
<i>Trypoxylon lactitarse</i> Saussure, 1867	151	206	119	476
<i>Trypoxylon</i> sp.1	02	03	-	05
<i>Trypoxylon</i> sp.2	10	09	05	24
<b>POMPILIDAE</b>				
<i>Auplopus</i> sp1	-	02	02	04
<b>VESPIDAE</b>				
<i>Monobia angulosa</i> Saussure, 1952	14	18	10	42
<i>Pachodynerus grandis</i> Willink & Roig-Alsina, 1998	14	33	13	60
<i>Zethus</i> sp1	07	05	-	12
Não identificados	15	24	09	48
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>	<b>338</b>	<b>165</b>	<b>726</b>

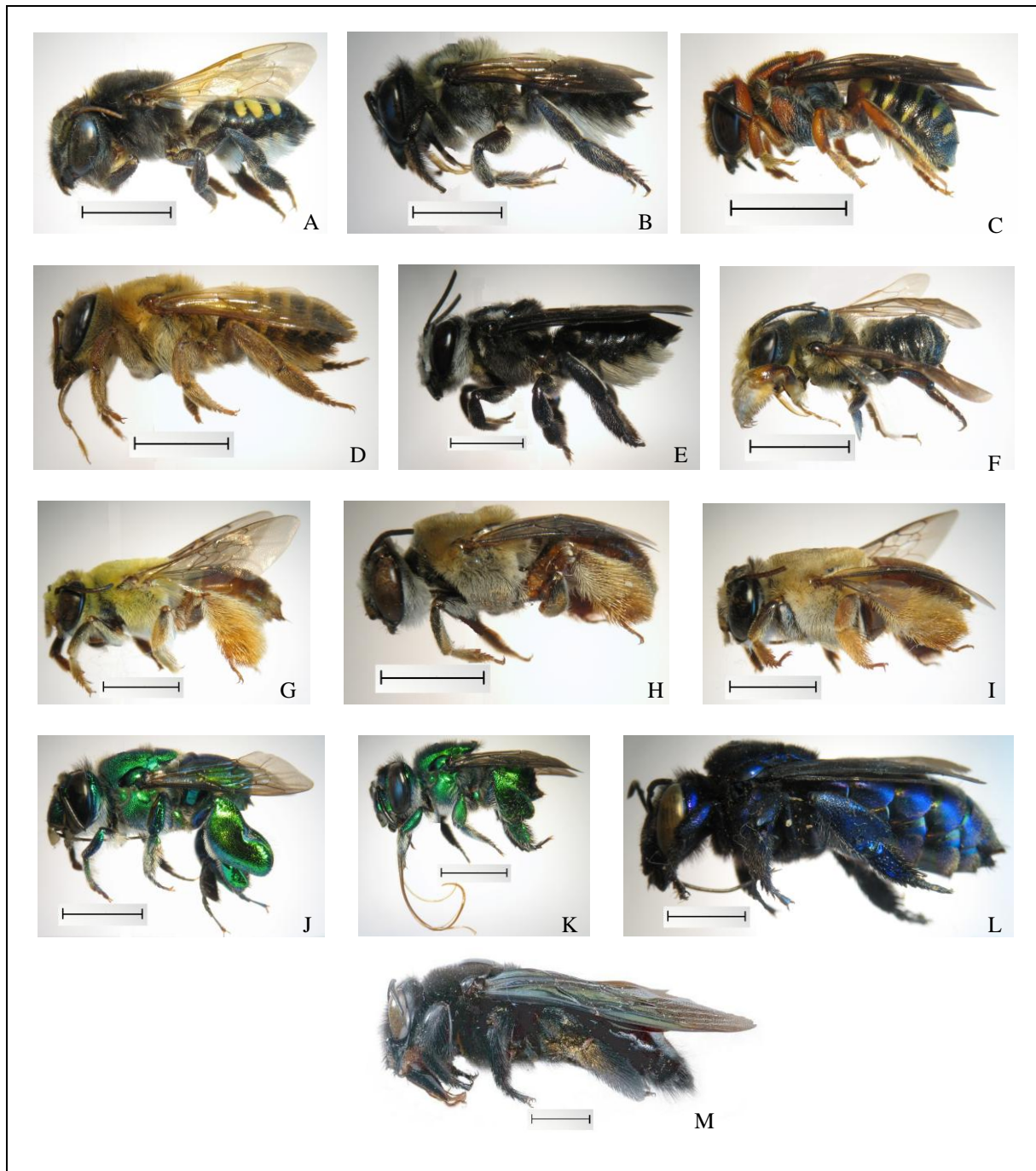


Figura 4. Espécies de abelhas amostradas no Morro do Itaoca, RJ. A – *Megachile pseudanthidioides*; B – *Megachile (Leptorachina) sp1*; C – *Epanthidium tigrinum*; D – *Megachile (Chrysosarus) sp1*; E – *Megachile nigripennis*; F – *Megachile sp1*; G – *Centris tarsata*; H – *Centris analis*; I – *Centris terminata*; J – *Euglossa pleosticta*; K – *Euglossa sp.*; L – *Eufriesea violacea*; M – *Xylocopa frontalis*.

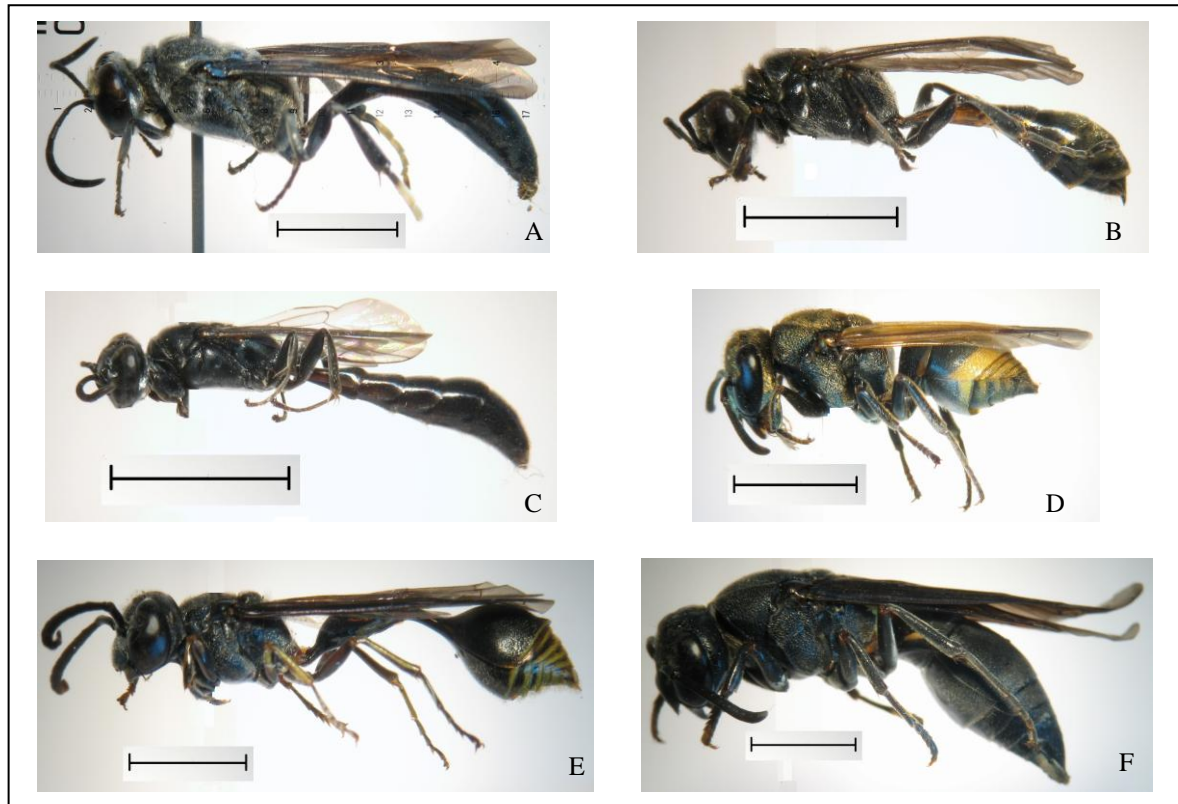


Figura 5. Espécies de vespas amostradas no Morro do Itaoca, RJ. A – *Trypoxylon lactitarse*; B – *Trypoxylon* sp1; C – *Trypoxylon* sp2; D – *Pachodynerus grandis*; E – *Zethus* sp. ; F – *Monobia angulosa*.

Tabela 3. Composição dos inimigos naturais em três altitudes no Morro do Itaoca, RJ

Inimigos Naturais	Número de ninhos			TOTAL
	50m	200m	400m	
<b>HYMENOPTERA</b>				
Megachilidae – <i>Coelioxys</i> spp.	02	08	-	10
Chrysididae sp1	14	11	-	25
Ichneumonidae sp1	11	24	13	48
<b>COLEOPTERA</b>				
Meloidae sp1	-	02	02	04
<b>DIPTERA</b>				
Bombyliidae sp1	06	-	03	09
Bombyliidae sp2	01	-	-	01
Bombyliidae sp3	-	01	01	02
Sarcophagidae sp1	01	03	03	07
<b>LEPIDOPTERA</b>				
Lepidoptera sp1	01	-	-	01
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>22</b>	<b>107*</b>

\* Dois ninhos foram ocupados simultaneamente por Chrysididae e Ichneumonidae ou Sarcophagidae

Para 95 dos 105 ninhos parasitados, foi possível fazer a associação entre inimigo natural e o hospedeiro, fundador do ninho. Em 10 ninhos não houve emergência da espécie fundadora, somente de seus inimigos naturais. Devido às características da estrutura do ninho, estes puderam ser classificados como ninhos de vespas ou ninhos de abelhas pertencentes à família Megachilidae ou tribo Centridini.

Dentre os inimigos naturais, os pertencentes a ordem Hymenoptera foram os mais abundantes. Ichneumonidae parasitaram 48 ninhos, Chrysididae 25 ninhos e *Coelioxys* spp (Megachilidae) 10 ninhos. Diptera apresentaram a maior riqueza de espécies, emergindo quatro espécies a partir de 19 ninhos de abelhas e vespas construtoras. Uma espécie de Lepidoptera e uma de Coleoptera (Meloidae) parasitaram um e quatro ninhos de vespas respectivamente (Tabela 4).

A maior abundância de ninhos atacados por inimigos naturais foi observada na altitude de 200m (n= 49). Porém, analisando-se por espécies, Chrysididae sp1, Bombyliidae sp1, Bombyliidae sp2 e Lepidoptera sp1 ocuparam maior quantidade de ninhos na altitude de 50 m, enquanto que Meloidae sp1, Bombyliidae sp3 e Sarcophagidae sp1 ocuparam o mesmo número de ninhos nas altitudes de 200 e 400 m. Ichneumonidae ocupou maior número de ninhos na altitude de 200 m (n=24).

Dentre os ninhos amostrados, 105 apresentaram espécies associadas de Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Lepidoptera (Tabela 4). *T. lactitarse* foi a espécie fundadora com o maior número de ninhos parasitados (n= 61).

Ninhos de *P. grandis* foram parasitados por espécies de Chrysididae, Sarcophagidae e Meloidae. *Coelioxys* spp parasitaram ninhos de Megachilidae e de Centridini (Apidae). Apenas um ninho de *T. lactitarse* foi invadido por duas espécies de parasitas, Chrysididae e Ichneumonidae e um ninho misto de *M. angulosa* e *P. grandis* apresentou a emergência de um parasita da família Chrysididae.

Tabela 4. Número de ninhos de abelhas e vespas parasitados pelos respectivos inimigos naturais no Morro do Itaoca, RJ

Espécie de vespa e abelha	Espécies associadas								
	Ichneumonidae	Chrysididae	Bombilydae	Sarcophagidae	Meloidae	Megachilidae (Coelioxys)	Lepidoptera	Chrysididae + Ichneumonidae	Chrysididae + Sarcophagidae
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	45	5	5	4			1	1	
<i>Pachodynerus grandis</i>		7		2	4				1
<i>Trypoxylon</i> sp2	1								
<i>Monobia angulosa</i>		7							
<i>Auplopus</i> sp1	1								
<i>M. angulosa</i> + <i>P. grandis</i>		1							
<i>P. grandis</i> + <i>T. lactitarse</i>		1							
Vespa	1	1	5						
<i>Megachile nigripennis</i>			1			6			
<i>M. (Leptorachina)</i> sp1						2			
Megachilidae			1			1			
Centridini						1			

### 5.3 Sazonalidade

O maior número de nidificações ocorreu no período quente e chuvoso, principalmente nos meses de novembro, dezembro e janeiro (Figura 6), meses de maiores valores de precipitação pluviométrica e aumento da temperatura média.

Espécies de *Megachile* nidificaram em 41 ninhos-armadilha, dos quais emergiram 153 indivíduos. Dentre as abelhas, *M. nigripennis* foi a espécie deste gênero com maior ocupação de ninhos-armadilha, entre os meses de novembro/09 e março/10, com maior pico de atividade em novembro (Tabela 5, Figura 7).

*Trypoxylon lactitarse* foi a única espécie com atividade de nidificação ao longo de todo o período de amostragem (Tabela 5, Figura 8). Foram coletados 505 ninhos de *Trypoxylon*, dos quais emergiram 1077 indivíduos. Embora *Aupoplus* sp1 tenha nidificado em 4 ninhos-armadilha, não foi possível determinar o período de atividade, pois os espécimes foram encontrados mortos por causas desconhecidas nos ninhos (Tabela 5).

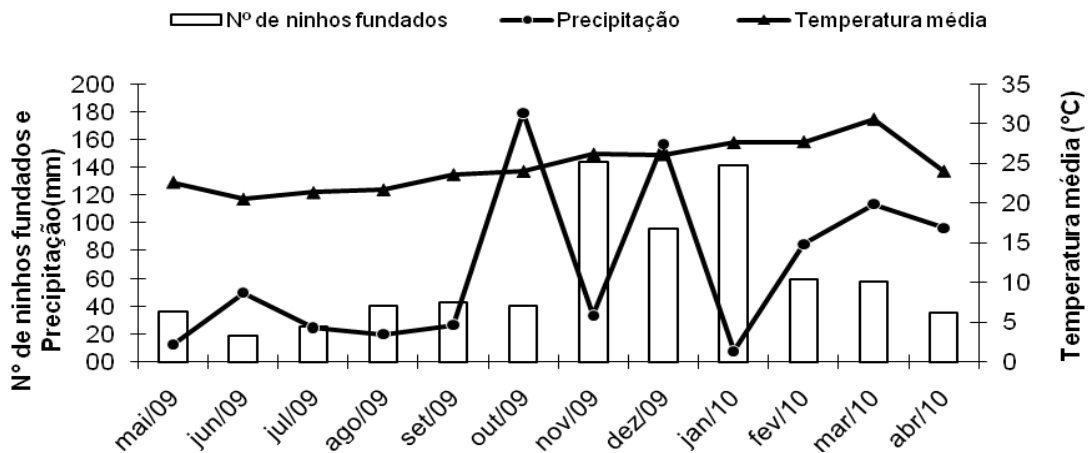


Figura 6. Variação mensal no número de ninhos fundados por abelhas e vespas em ninhos-armadilha no Morro do Itaoca (RJ), e valores de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Tabela 5. Número de ninhos fundados por abelhas e vespas em ninhos-armadilha no Morro do Itaoca, RJ, entre maio/2009 e abril/2010

	2009								2010			
	mai	jun	Jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr
<b>APIDAE</b>												
<i>C. analis</i>							1	2			2	
<i>C. tarsata</i>						1						
<i>C. terminata</i>							1					
<i>E. pleosticta</i>	1											
<i>Euglossa</i> sp1					1				1	1		1
<i>E. violacea</i>								1				
<i>X. frontalis</i>												1
<b>MEGACHILIDAE</b>												
<i>M. nigripennis</i>							17	2	1		2	
<i>M. pseudanthidioides</i>							7	3				
<i>M. (Leptorachira)</i> sp1	3						1				1	
<i>M. (Chrysosarus)</i> sp1								1	1			
<i>Megachile</i> sp1							1					
<i>E. tigrinum</i>									1			
<b>CRABRONIDAE</b>												
<i>T. lactitarse</i>	19	18	25	24	41	34	69	57	116	21	29	23
<i>Trypoxylon</i> sp1							1				4	
<i>Trypoxylon</i> sp2							4	2	13	3	2	
<b>POMPILIDAE</b>												
<i>Aupoplus</i> sp1						1			1	2		
<b>VESPIDAE</b>												
<i>P. grandis</i>		1					9	15	7	20	6	2
<i>M. angulosa</i>						1	19	10	1	5	3	3
<i>Zethus</i> sp1							4	1		4		3

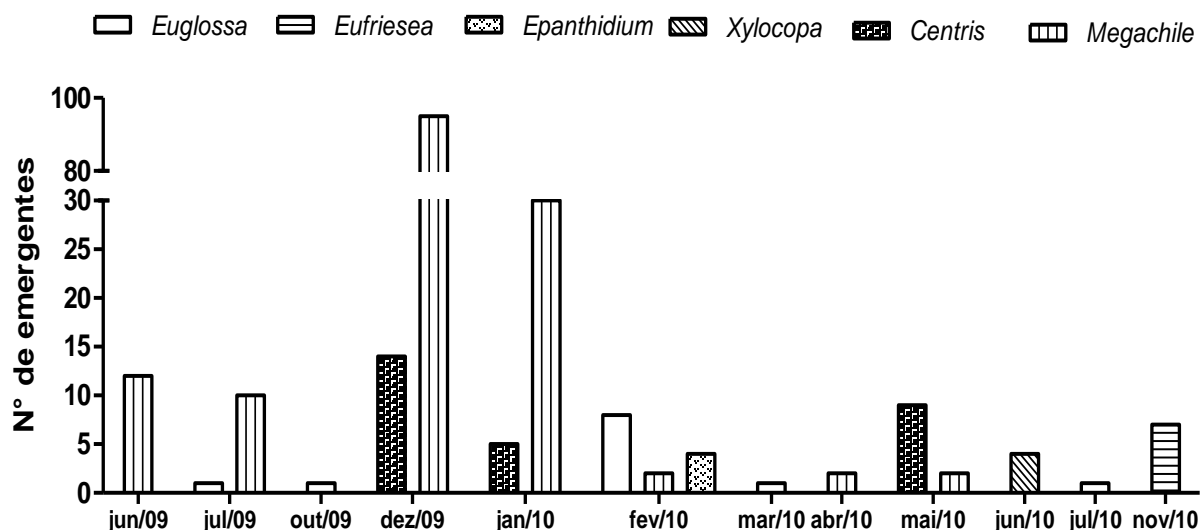


Figura 7. Número de indivíduos de Apidae e Megachilidae que emergiram de ninhos-armadilha no Morro do Itaoca, RJ.

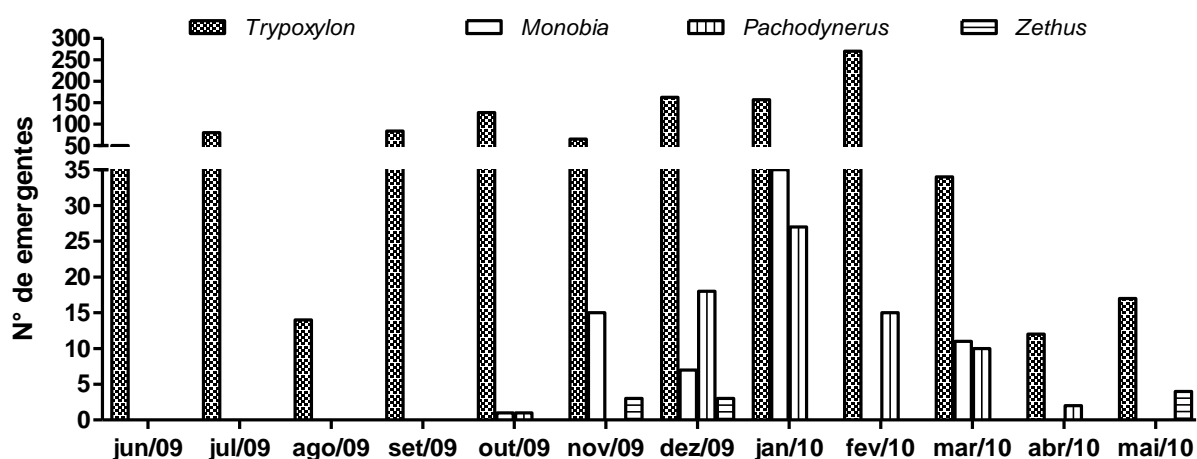


Figura 8. Número de indivíduos de Crabronidae, Vespidae e Pompilidae que emergiram de ninhos-armadilha no Morro do Itaoca, RJ.

#### 5.4 Abundância de ninhos e de emergentes nas altitudes

Dentre os 726 ninhos coletados nas três altitudes, 223 foram fundados a 50 m, 338 ninhos a 200 m e 165 ninhos a 400 m. O número médio de ninhos por ponto amostral foi maior na altitude de 200m ( $H= 5,95$ ;  $p= 0,05$ , Figura 9). Em 457 destes ninhos emergiram adultos.

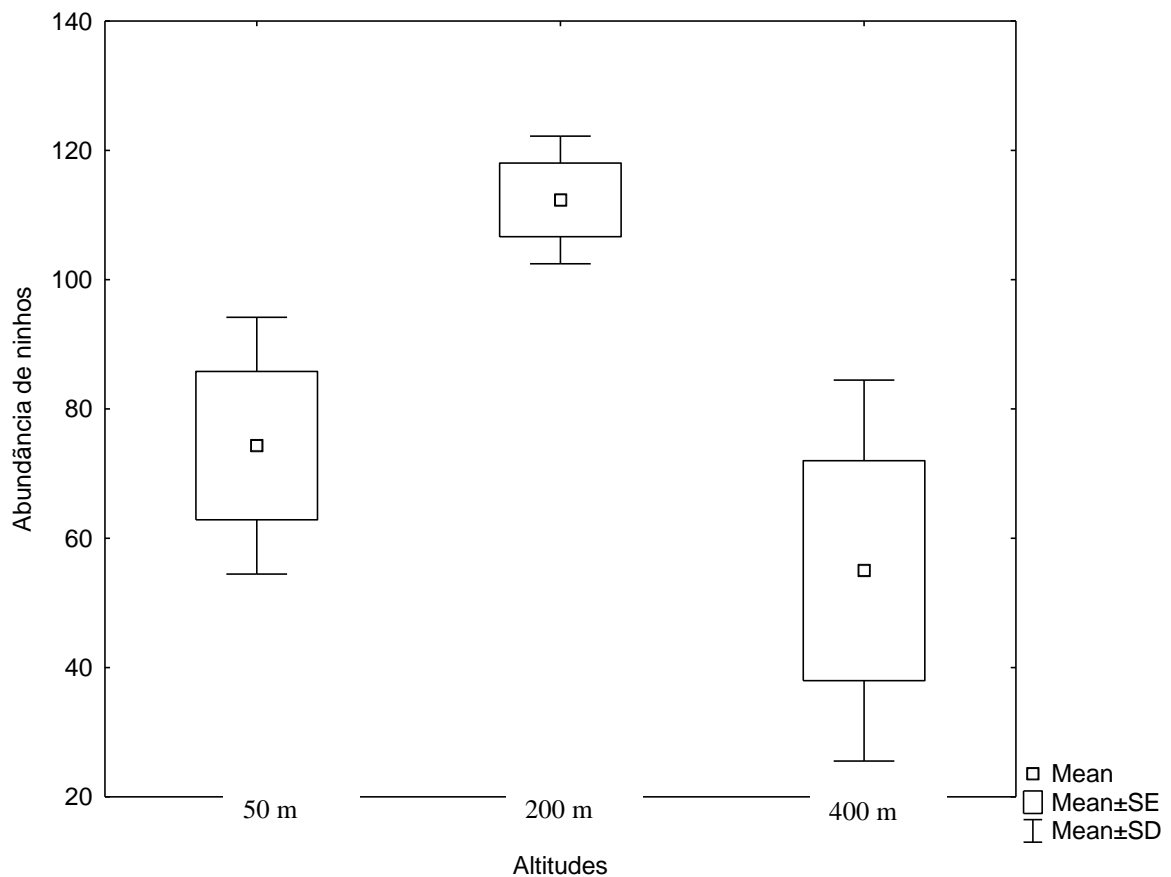


Figura 9. Abundância média de ninhos fundados por abelhas e vespas nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.

A maior ocupação de ninhos-armadilha para espécies de Megachilidae, Vespidae e Crabronidae ocorreu a 200m (Figura 10). Dentre os Crabronidae, a maior ocupação de ninhos foi de *Trypoxylon lactitarse*.

Dos ninhos amostrados a 50 m, 200 m e 400 m emergiram 504 (12 espécies), 758 (16 espécies) e 340 indivíduos (9 espécies) respectivamente (Tabela 6), com maior abundância na altitude de 200. O número médio de emergências por ponto, entretanto, não diferiu significativamente entre as altitudes ( $H= 6,25$ ;  $p= 0,43$ ).

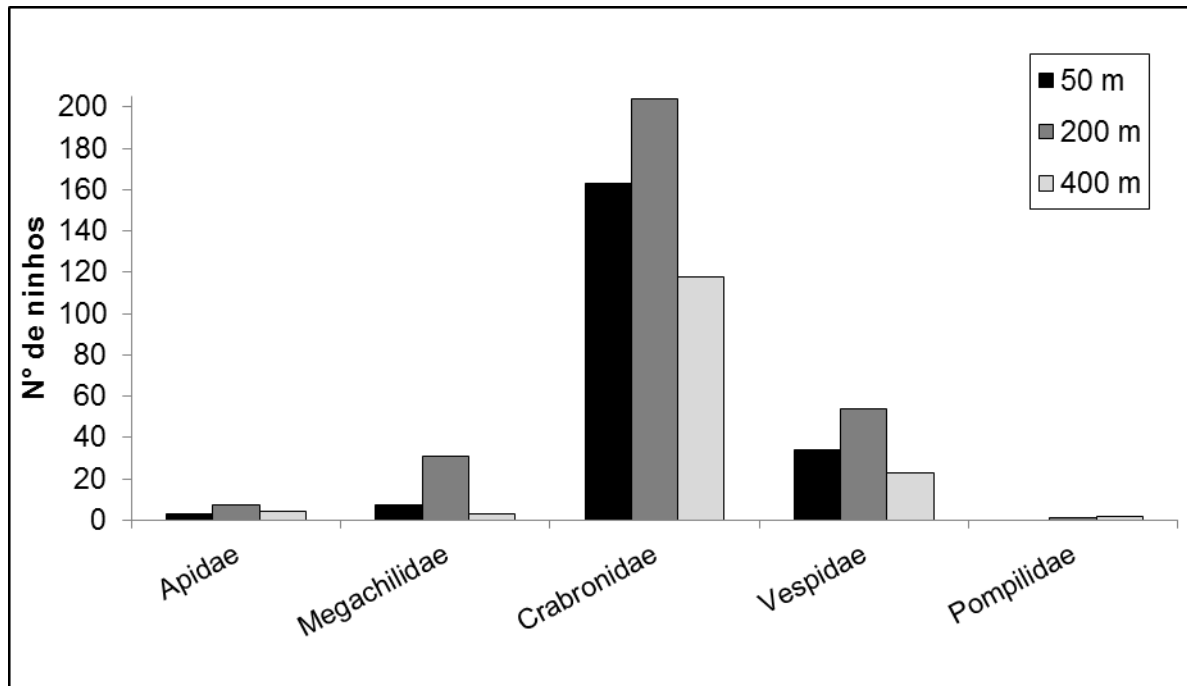


Figura 10. Abundância de ninhos fundados por abelhas e vespas nas altitudes no Morro do Itaoca, RJ

Tabela 6. Número de indivíduos, média (desvio padrão) e número total de emergentes dos ninhos-armadilha nas diferentes altitudes no Morro do Itaoca, RJ

	50 m			200 m			400 m		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Abundância	192	102	210	235	303	220	192	82	66
Média (dp)	168 (57,8)			253 (44,2)			113 (68,6)		
Mediana	192			235			82		
Total	504			758			340		

*Trypoxylon lactitarse* nidificou em 476 ninhos-armadilha em todos os pontos de altitude, sendo mais freqüente a 200 m. Além destas, outras espécies comuns às três altitudes foram *P. grandis*, *M. angulosa*, *M. nigripennis* e *C. analis*, que também apresentaram maior número de ninhos a 200 m, com exceção de *T. sp2*, que construiu mais ninhos a 50 m (Figura 11). O mesmo padrão foi observado para a abundância de emergentes (Figura 12).

Apesar do maior número total de ninhos a 200m, não houve diferença significativa na comparação entre as altitudes quanto ao número médio de ninhos por ponto amostral para nenhuma espécie (*T. lactitarse*:  $H= 3,49$ ,  $p= 0,1174$ ; *Trypoxylon sp2*:  $H= 0,023$ ,  $p= 0,988$ ; *M. angulosa*:  $H= 0,495$ ,  $p= 0,780$ ; *P. grandis*:

H= 2,944;  $p= 0,229$ ; *M. nigripennis*: H= 2,991,  $p= 0,224$ ; *C. analis*: H= 0,444,  $p= 0,800$ ) ou ao número médio de emergências (*T. lactitarse*: H= 1,688,  $p= 0,429$ ; *Trypoxylon* sp2: H= 0,919,  $p= 0,955$ ; *M. angulosa*: H= 1,785,  $p= 0,409$ ; *P. grandis*: H= 2,192,  $p= 0,334$ ; *M. nigripennis*: H= 1,639,  $p= 0,440$ ; *C. analis*: H= 1,050,  $p= 0,591$ ).

Algumas espécies de vespas que construíram ninhos somente a 50 e 200 m foram *Trypoxylon* sp1, *Zethus* sp1 e *M. pseudanthidioides*, *Auplopus* sp. e *Euglossa* sp1 foram restritas às maiores altitudes (200 e 400 m).

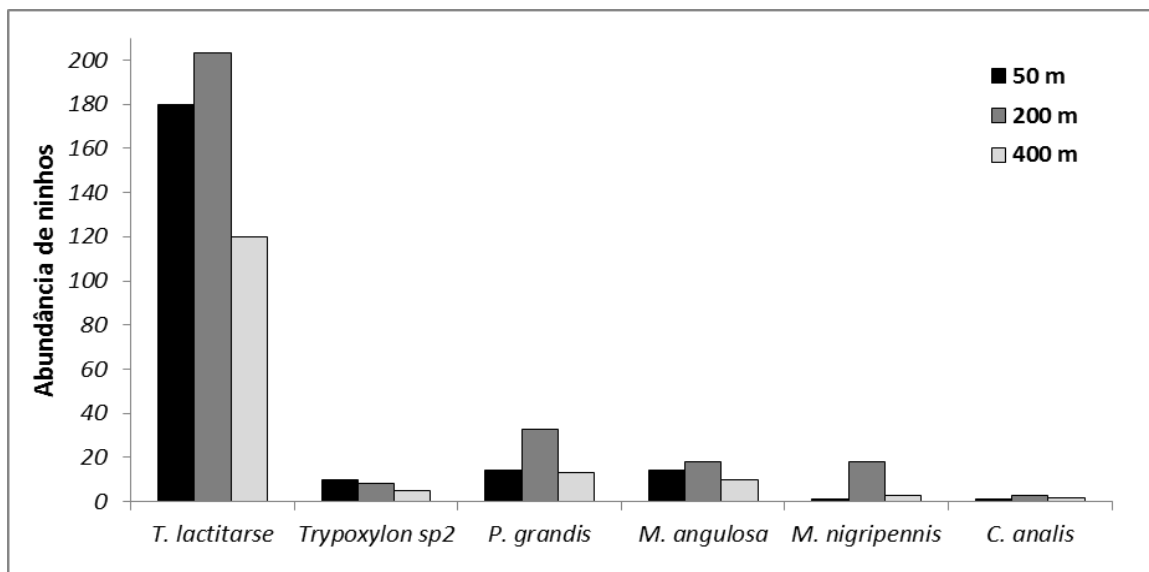


Figura 11. Abundância de ninhos fundados em ninhos-armadilha por espécies de abelhas e vespas nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.

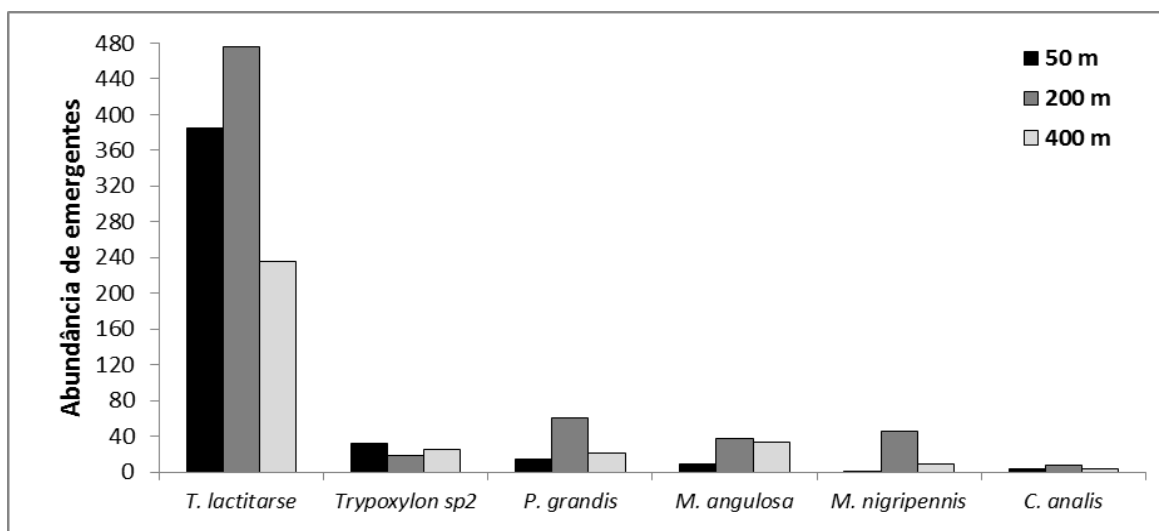


Figura 12. Abundância de emergentes em ninhos-armadilha de espécies de abelhas e vespas nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.

## **5.5 Diversidade e similaridade da guilda de vespas e abelhas nidificantes em ninhos-amadilha nas altitudes**

Analisando em conjunto os três pontos amostrais em cada altitude, o índice de diversidade de Shannon foi maior a 200 m e as diferenças foram significativas entre as altitudes de 50m e 200m e entre 200m e 400m (Tabela 7).

A altitude de 200m apresentou maior valor de equitabilidade. De acordo com a categorização de dominância e frequência de ocorrência realizada em cada altitude neste estudo, cinco a nove espécies foram consideradas raras, três a cinco espécies intermediárias e uma a duas espécies consideradas comuns em cada altitude (Tabela 7). *T. lactitarse* foi a única espécie comum em todas as altitudes.

Na comparação entre as três altitudes, foi observada menor similaridade quantitativa (Bray-Curtis) da comunidade amostrada a 200m com relação às demais altitudes (Figura 13).

Tabela 7. Abundância de ninhos, riqueza e diversidade de abelhas e vespas em ninhos-armadilha nas diferentes altitudes no Morro do Itaoca, RJ. FO= frequência de ocorrência (pf= pouco-frequente, f= freqüente e mf= muito freqüente), D= dominância (d= dominante, a= acessória e oc= ocasional) e Ct= Categoria (c= espécie comum, i= intermediária e r= rara)

Espécies	50m	FO	D	Ct	200m	FO	D	Ct	400m	FO	D	Ct	Total
<i>Centris analis</i>	1	pf	oc	R	2	pf	Oc	r	2	pf	oc	r	5
<i>Centris tarsata</i>	1	pf	oc	R	0	-	-	-	0	-	-	-	1
<i>Centris terminata</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	1	pf	oc	r	1
<i>Eufriesea violacea</i>	0	-	-	-	1	pf	Oc	r	0	-	-	-	1
<i>E. pleosticta</i>	0	-	-	-	1	pf	Oc	r	0	-	-	-	1
<i>Euglossa</i> sp1	0	-	-	-	3	pf	Oc	r	1	pf	oc	r	4
<i>Xylocopa frontalis</i>	1	pf	oc	R	0	-	-	-	0	-	-	-	1
<i>Epanthidium tigrinum</i>	1	pf	oc	R	0	-	-	-	0	-	-	-	1
<i>Megachile (Chrysosarus)</i> sp1	0	-	-	-	2	pf	Oc	r	0	-	-	-	2
<i>Megachile (Leptorachina)</i> sp1	2	pf	oc	R	3	pf	Oc	r	0	-	-	-	5
<i>Megachile nigripennis</i>	1	pf	oc	R	18	f	D	i	3	pf	oc	r	22
<i>Megachile pseudanthidioides</i>	3	pf	oc	R	7	f	Oc	i	0	-	-	-	10
<i>Megachile</i> sp1	0	-	-	-	1	pf	Oc	r	0	-	-	-	1
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	151	mf	d	C	206	mf	D	c	119	mf	d	c	476
<i>Trypoxylon</i> sp1	2	pf	oc	R	3	pf	Oc	r	0	-	-	-	5
<i>Trypoxylon</i> sp2	10	pf	a	l	9	f	A	i	5	f	a	i	24
<i>Aupoplus</i> sp1	0	-	-	-	2	pf	Oc	r	2	pf	oc	r	4
<i>Monobia angulosa</i>	14	f	d	l	18	f	D	i	10	f	d	i	42
<i>Pachodynerus grandis</i>	14	f	d	l	33	mf	D	c	13	f	d	i	60
<i>Zethus</i> sp1	7	f	a	l	5	f	Oc	i	0	-	-	-	12
Abundância Total	208				313				156				677
Riqueza Total	13				16				9				20
Índice de diversidade (H')	1,032				1,399				0,948				
Índice de equitabilidade (J')	0,402				0,505				0,432				
Teste t Student – Diversidade	50 mx 20 0m (t= -2,98; p= <b>0,0029</b> )				50 m x 400 m (t= 0,61; p= 0,54)				200 m x 400 m (t= 3,43; p= <b>0,00065</b> )				

\* os ninhos de espécies não identificadas não foram incluídos.

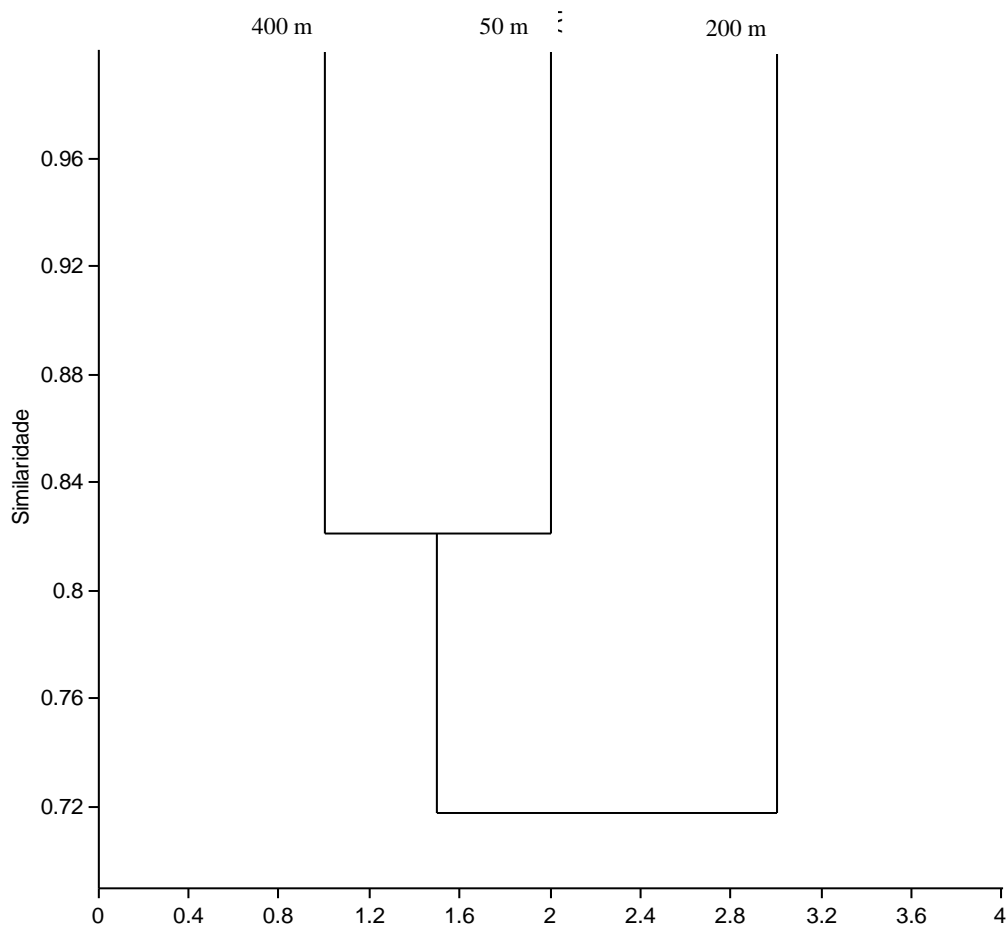


Figura 13. Dendrograma representativo da similaridade (coeficiente de Bray Curtis) entre guildas de abelhas e vespas nidificantes em ninhos-armadilha, amostradas nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.

A estrutura da comunidade nas altitudes amostradas foi determinada pela dominância de uma mesma espécie (*T. lactitarse*), que apresentou mais de 65% dos indivíduos coletados nas três altitudes. Todas as demais espécies apresentaram menos de 11% dos indivíduos (Figura 14).



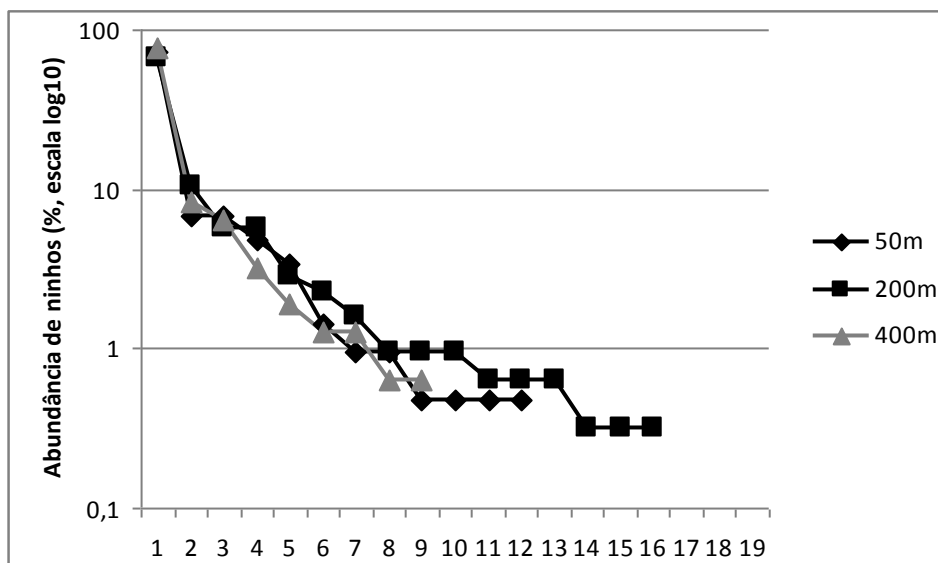


Figura 14. Distribuição da ordem de abundância da guilda de abelhas e vespas nidificantes em ninhos-armadilha nas três altitudes no Morro do Itaoca, RJ.

A análise das curvas de rarefação mostrou que todos os gradientes de altitude estudados apresentaram diferenças significativas nos valores de riqueza, não sobrepondo os desvios a partir de 150 ninhos nas altitudes de 200 m e 400 m e a partir de 160 ninhos nas altitudes 50 m e 200 m. A curva de rarefação gerada na altitude de 200 m indicou uma tendência à estabilização, embora não tenha atingido a assíntota (Figura 15). O estimador de riqueza não paramétrico Bootstrap apresentou-se próximo da riqueza observada ao longo do gradiente de altitude, ou seja, 15,4, 18,1 e 10,3, nas altitudes de 50, 200 e 400 m, respectivamente.

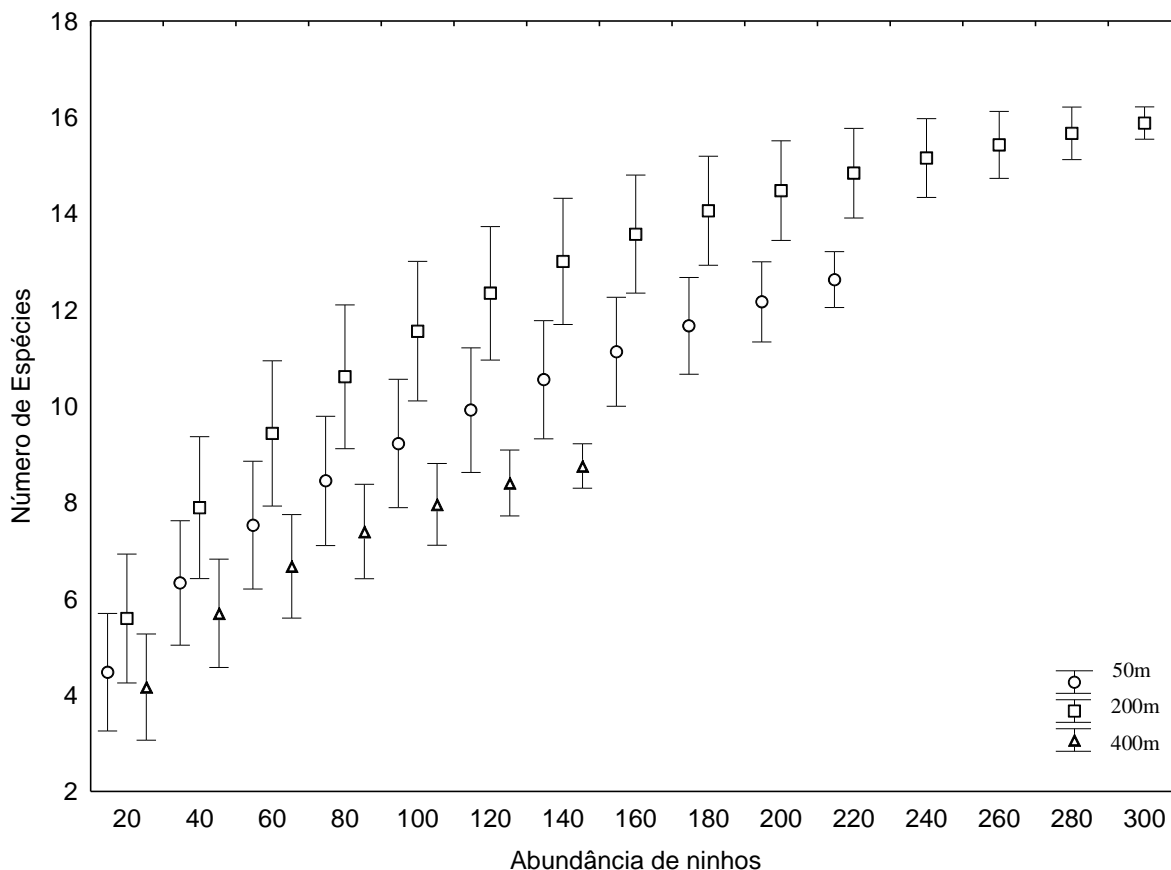


Figura 15. Curvas de rarefação da riqueza estimada para a guilda de abelhas e vespas nidificantes em ninhos-armadilha em função da abundância de ninhos nas três altitudes estudadas no Morro do Itaoca, RJ.

### 5.6 Uso dos ninhos-armadilha pelas espécies comuns às três altitudes

*Trypoxylon lactitarse*, *Trypoxylon* sp2, *M. angulosa*, *P. grandis*, *M. nigripennis* e *C. analis* construíram ninhos nas 3 altitudes estudadas. Características dos seus ninhos estão apresentadas na Tabela 9. Em geral, tais espécies apresentaram maiores médias de comprimento e diâmetro de ninhos-armadilha utilizados na altitude de 400 m. Na altitude de 200 m, os ninhos-armadilha de bambu com maior diâmetro médio foram ocupados por *T. lactitarse*. *C. analis* ocupou somente ninhos de cartolina (Tabela 8).

Tabela 8. Comprimento e diâmetro dos ninhos-armadilha de bambu e cartolina e comprimento do ninho construídos pelas espécies de abelhas e vespas nidificantes nas três altitudes. Dados expressos em valores médios (cm)  $\pm$  desvio padrão

	Altitude	Comprimento do NA	Diâmetro do NA	Diâmetro do NA	Comprimento do ninho
		Bambu		Cartolina	
<i>T. lactitarse</i>	50 m	17,5 $\pm$ 3,5	0,9 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	12,5 $\pm$ 5,7
	200 m	17,2 $\pm$ 2,1	1,0 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	12,7 $\pm$ 5,0
	400 m	17,7 $\pm$ 2,9	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	9,6 $\pm$ 5,1
<i>Trypoxylon sp2</i>	50 m	15,5 $\pm$ 1,5	0,7 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,1	9,5 $\pm$ 8,8
	200 m	16,7 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 1,4	2,8 $\pm$ 4,9
	400 m	16,9 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 1,1	7,2 $\pm$ 3,2
<i>M. angulosa</i>	50 m	16,4 $\pm$ 2,4	1,1 $\pm$ 0,1	1,0	8,3 $\pm$ 3,5
	200 m	6,8 $\pm$ 3,5	1,1 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,1	6,5 $\pm$ 1,4
	400 m	8,1 $\pm$ 2,6	1,1 $\pm$ 0,2	1,0	5,6 $\pm$ 1,4
<i>P. grandis</i>	50 m	8,4 $\pm$ 2,9	0,9 $\pm$ 0,1	1,0	6,0 $\pm$ 5,3
	200 m	6,6 $\pm$ 1,6	1,0 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	15,4 $\pm$ 3,3
	400 m	9,2 $\pm$ 5,8	1,0 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,1	8,6 $\pm$ 6,1
<i>M. nigripennis</i>	50 m	-	-	1,0	8,02
	200 m	16,8 $\pm$ 2,2	1,2 $\pm$ 0,2	-	6,6 $\pm$ 3,0
	400 m	20,5 $\pm$ 2,9	1,3 $\pm$ 0,1	-	5,6 $\pm$ 2,4
<i>C. analis</i>	50 m	-	-	0,8	5,23
	200 m	-	-	0,7 $\pm$ 1,4	4,3 $\pm$ 1,5
	400 m	-	-	1,0	2,6 $\pm$ 0,5

### 5.7 Arquitetura dos ninhos de vespas e abelhas nidificantes nas três altitudes

Os ninhos de *C. analis* (n= 5) foram constituídos de material oleoso juntamente com material vegetal, e não foi observada diferença entre ninhos

construídos nas três altitudes. Esta espécie construiu apenas um ninho, com cinco células, na altitude 50 m e ninhos com número médio de quatro e duas células nas altitudes de 200 m e 400 m, respectivamente (Tabela 9).

Ninhos de *M. nigripennis* (n= 20) foram constituídos de pedaços de folhas cortadas que se encaixavam formando um tubo contínuo; as partições eram constituídas de material de aspecto resinoso (Figura 16). O tampão preliminar e de fechamento dos ninhos constituíram-se por fragmentos circulares de folhas. Seus ninhos apresentavam-se soltos no interior da cavidade do ninho-armadilha. As folhas utilizadas na construção dos ninhos eram bem variadas, algumas eram quebradiças, envelhecidas, secas, espessas ou aveludadas de cores verde-musgo, verde-claro e amareladas, formando as células (principalmente a parte mais externa do tubo) enquanto outras eram verdes, finas e maleáveis (estas constituíam as folhas mais internas do tubo). Tais características descritas dos ninhos construídos também não diferiram entre as altitudes. A 50 m esta espécie fundou apenas um ninho com 6 células e a 200 m e 400 m eles apresentaram uma média de 3,3 e 3 células por ninho, respectivamente.



Figura 16. Ninho de *M. nigripennis* no interior de um ninho-armadilha de bambu amostrado no Morro do Itaoca, RJ.

*Trypoxylon lactitarse* e *Trypoxylon* sp2 construíram ninhos similares entre si e nas diferentes altitudes, utilizando apenas argila na construção das partições. O ninho era limitado pela parede interna do próprio bambu ou cartolina. Em geral, o tampão de fechamento do ninho era mais espesso que o tampão inicial, quando presente. A estrutura dos casulos diferiu entre as espécies, sendo maiores em *T. lactitarse*, com coloração mais escura e mais espessa do que os construídos por *Trypoxylon* sp2, mais claros e quebradiços. *T. lactitarse* construíram uma média de

4,8, 4,3 e 4,6 células nas altitudes 50 m, 200 m e 400 m, respectivamente. Ninhos de *Trypoxylon* sp2 apresentaram uma média de 6,6 células na altitude 50 m, 6,7 em 200 m e 5,8 em 400 m.

Ninhos de *P. grandis* (n= 57) foram caracterizados pelo revestimento de argila no interior do ninho-armadilha. As partições das células eram compostas por argila, sendo mais espessas do que a parede lateral. O interior das células era revestido por uma película brilhante, que se destacava da célula quando puxada. Abaixo desta película, e principalmente nas extremidades da célula, havia fezes e material macerado não identificado. Os casulos eram amarelo escuros e transparentes. O número médio de células por ninho construídos por esta espécie variou nas altitudes no valor de 7 (50 m), 6,6 (200 m) e 4,4 (400 m).

As características dos ninhos de *P. grandis* e de *M. angulosa* não diferiram nas três altitudes. Na maioria dos ninhos de *M. angulosa* (n= 41) as fêmeas não revestiram a parede lateral do bambu com argila. A região interna das partições das células era revestida por uma substância sedosa e brilhante. Foram construídas 152 células, distribuídas em uma média de 4,1, 3,5 e 3,6 células por ninho nas altitudes 50 m, 200 m e 400 m, respectivamente.

Tabela 9. Amplitude, média e desvio padrão de células por ninho construídas pelas espécies de abelhas e vespas comuns em três altitudes no Morro do Itaoca, RJ

Táxon	Número de células		
	50 m	200 m	400 m
<i>C. analis</i>	5	3 e 5 (3,6 ±1,4, n=2)	1 e 3 (2 ±1,4, n=2)
<i>M. nigripennis</i>	6	1 a 7 (3,3 ±1,9, n=16)	1 a 5 (3 ±2, n=3)
<i>T. lactitarse</i>	1 a 13 (4,8 ±2,8, n=150)	1 a 14 (4,3 ±2,5, n=205)	1 a 11 (4,6 ±2,2, n=119)
<i>Trypoxylon</i> sp2	1 a 9 (6,6 ±2,7, n=10)	2 a 11 (6,7 ±3,2, n=10)	3 a 9 (5,8 ±2,6, n=5)
<i>M. angulosa</i>	1 a 10 (4,1 ±2,2, n=13)	2 a 5 (3,5 ±1,4, n=18)	1 a 6 (3,6 ±1,6, n=10)
<i>P. grandis</i>	1 a 14 (7 ±4,1, n=14)	1 a 14 (6,6 ±3,8, n=31)	1 a 11 (4,4 ±2,9, n=12)

## 5.8 Ninhos mistos

Foram coletados 16 ninhos mistos, correspondendo a 2,4% do total de fundações. Foi registrado a ocorrência de três espécies de vespas nidificantes em um único ninho-armadilha (Tabela 10). A espécie de vespa, *Trypoxylon lactitarse*, foi responsável por cerca de 67% das nidificações mistas, e sempre a segunda espécie nidificante ou a terceira ocupante (ninho com três espécies de vespas).

Tabela 10. Número de ninhos mistos de espécies de abelhas e vespas amostradas no Morro do Itaoca, RJ

Taxon 1	Taxon 2			
	<i>T. lactitarse</i>	<i>M. angulosa</i>	<i>Auplopus</i> sp1	Vespa
<i>M. nigripennis</i>	1			
<i>M. pseudanthidioides</i>	1			
<i>C. analis</i>	1			
<i>P. grandis</i>	2	1		
<i>P. grandis</i> (e <i>Zethus</i> sp1)	1			
<i>Trypoxylon</i> sp2	2			
Centridini	1			
Megachilidae	2		2	2

## 6. Discussão

### 6.1 Parâmetros ecológicos da guilda de Aculeata no Morro do Itaoca

A composição da guilda de Aculeata nidificantes em ninhos-armadilha estudada no Morro do Itaoca corrobora a predominância de espécies das famílias Apidae, Megachilidae, Crabronidae, Pompilidae e Vespidae, como verificado em muitos trabalhos com ninhos-armadilha no domínio de Mata Atlântica (Aguiar & Martins, 2002; Garófalo, 2008; Deprá, 2009; Gazola & Garófalo, 2009; Silva, 2009; Silva-Júnior, 2011). As famílias amostradas ao longo do gradiente altitudinal estudado, com exceção de Pompilidae, apresentaram representantes nas três altitudes estudadas. O número pequeno de ninhos de Apidae e Pompilidae não permite uma clara distinção sobre a distribuição altitudinal destas famílias. Entretanto, um maior número de espécies de Euglossina e Megachilini (Apidae)

nidificaram em altitudes intermediárias, um padrão que precisa ser confirmado. Para Crabronidae, este padrão também foi observado tanto para abundância quanto para a riqueza de espécies, assim como Vespidae que também nidificaram em maior abundância de ninhos altitude intermediária.

Com relação à composição específica na área deste estudo, percebe-se que *Auplopus* sp1 não foi observada na menor altitude. Segundo Santos (2008) este gênero foi amostrado apenas em faixas de 600 e 1000 m e a maioria das espécies da tribo Auplopodini em altitudes de 400 a 1000 m. Dentre as abelhas, embora *C. tarsata* e *X. frontalis* tenham sido amostradas somente a 50 m, Araújo *et al.* (2006) coletaram *C. tarsata* e espécies do gênero *Xylocopa* em área de Cerrado a 1250 m de altitude. Espécies robustas e de asas fortes, como *Xylocopa*, podem ser amostradas em áreas de altas altitudes e baixas temperaturas (Heinrich, 1979; Araújo *et al.*, 2006).

As espécies do gênero *Euglossa*, amostradas a 200 e 400m neste estudo, são frequentemente encontradas em ampla variação de altitudes, como até a 1250 m (Araújo *et al.*, 2006). Em um trabalho realizado na América Central, Roubik & Ackerman (1987) não encontraram nenhuma diferença estatística na diversidade de Euglossina entre as altitudes amostradas (150, 500 e 900m). Estudos relatam a baixa frequência de espécies de Euglossina principalmente em altas altitudes, onde ocorre também uma diminuição brusca na abundância de indivíduos a partir de 850m (Nemésio, 2008). No Morro do Itaoca, o único estudo de entomofauna realizado foi por Aguiar & Gaglianone (2011) que amostraram 11 espécies de machos de Euglossina com o uso de iscas aromáticas, riqueza considerável comparada a outros fragmentos florestais de mata. Dentre estas, duas espécies foram amostradas nos ninhos-armadilha no presente estudo, inclusive *E. violacea*, uma espécie menos comumente amostrada em ninhos-armadilha (Peruquetti & Campos, 1997; Krug & Alves-dos-Santos, 2008) e que não havia sido registrada em estudos anteriores com uso de ninhos-armadilha na região norte fluminense (Reis, 2006; Marques, 2008; Silva, 2009). Tal espécie é considerada restrita a florestas, sendo aparentemente mais sensível e vulnerável à fragmentação e à perda de habitat (Giangarelli *et al.*, 2009). Esta espécie foi sugerida como bioindicadora de qualidade ambiental em florestas do Paraná (Sofia & Suzuki, 2004).

A composição de inimigos naturais observada neste estudo mostra também grupos de insetos comumente amostrados em outros trabalhos em Mata Atlântica e

em outros ecossistemas (Reis, 2006; Woiski, 2008; Deprá, 2009; Schwartz, 2009; Silva-Junior, 2011). Porém, entre as altitudes, este estudo mostrou que há distinção na composição, com representantes de Ichneumonidae, além de Sarcophagidae e Bombyliidae, presentes na três altitudes amostradas. Outras famílias abundantes como Chrysididae e Megachilidae, apresentaram maior abundância de ninhos na altitude mais baixa e intermediária, respectivamente. Bombyliidae variou entre as altitudes, com maior abundância de ninhos na altitude mais baixa. No geral, embora a riqueza das espécies associadas não tenha apresentado um padrão entre as altitudes, a abundância de ninhos parasitados foi maior na altitude intermediária. Este fato pode ser explicado pelo padrão de riqueza e abundância de seus hospedeiros, que apresentaram maiores valores na cota intermediária do gradiente.

As espécies de Centridini amostradas são as mais comumente encontradas em ninhos-armadilha em diversos trabalhos (Morato et al., 1999; Jesus & Garófalo, 2000; Gazola & Garófalo, 2009; Aguiar & Garófalo, 2004). *Centris analis* e *C. tarsata* são as espécies mais comuns e estudos relatam a alta abundância de *C. tarsata* em diferentes ecossistemas (restinga, Silva et al., 2001; caatinga e floresta estacional semidecidual, Aguiar et al., 2003 e Aguiar & Garófalo, 2004; área urbana, Silva-Junior, 2011) e de *C. analis* (área urbana e mata atlântica de baixada aluvial, Silva-Júnior, 2011; área rural e urbana, Alonso, 2008). No Morro do Itaoca foram amostrados poucos ninhos desta tribo, somente nas altitudes de 50 e 400m. Estas abelhas dependem de fontes de óleos para provisionamento e construção de ninhos. Plantas da família Malpighiaceae, cujas flores apresentam óleos como recursos (Vogel, 1990) como o gênero *Mascagnia* foram registradas na área de estudo (Mauad, 2010) e podem constituir recursos para estas abelhas.

Uma única espécie de *Xylocopa* amostrada neste trabalho, *X. frontalis*, tem ampla distribuição geográfica, com ocorrência em todos os ecossistemas, inclusive em áreas urbanas (Bernardino, 2009). Estas abelhas escavam ninhos em madeira seca e não são comumente encontradas em ninhos-armadilha. Entretanto, algumas espécies podem se utilizar de ninhos-armadilha de bambu de grandes diâmetros, cujas paredes escavam e utilizam a serragem na construção das células no seu interior, como é o caso de *X. frontalis* (Bernardino, 2008). Pelo menos outras seis espécies ocorrem na região e podem estar presentes no Morro do Itaoca, mas não são eficientemente amostradas com a técnica de ninho-armadilha. *Xylocopa*



*ordinaria*, por exemplo, constroi seus ninhos menos frequentemente em bambu, preferindo substratos naturais em madeira morta (Gaglianone *et al.*, 2006).

O gênero mais diverso da guilda de vespas e abelhas que nidificam em cavidades pré-existentes e com maior número de ninhos dentre as abelhas neste trabalho foi *Megachile*. Todas as espécies deste gênero nidificaram a 200 m, embora *Megachile (Leptorachina)* sp1 e *M. pseudanthidioides* tenham nidificado também a 50 m e *M. nigripennis* nidificou nas três altitudes amostradas. Entretanto, a maior abundância de ninhos para estas três espécies ocorreu na altitude intermediária. A abundância de ninhos de *M. nigripennis* foi maior no Morro do Itaoca comparado a outras áreas de floresta estacional semidecidual (Cardoso & Silveira, 2003; Silva, 2009; Deprá, 2009; Teixeira & Gaglianone, 2010; Silva-Júnior, 2011). Araújo *et al.* (2006) relataram ninhos de espécies de *Megachile* em áreas de campo rupestre e de canga (Minas Gerais) com cumes atingindo cerca de 1500 m de altitude, porém não relacionaram as espécies amostradas com o gradiente amostrado. Espécies do gênero *Megachile* são comumente amostradas em ninhos-armadilha, e algumas das espécies amostradas neste estudo já foram registradas em fragmentos de restinga ou de floresta na região (Reis, 2006; Marques, 2008; Shwartz, 2009), com maior riqueza em floresta ombrófila densa (Deprá, 2009). Uma espécie de *Megachile (Leptorachina)* não havia sido amostrada anteriormente nos demais trabalhos na região.

Na comparação com outros ambientes, a riqueza da guilda de abelhas, vespas e inimigos naturais amostrada em ninhos-armadilha nas três altitudes do Morro do Itaoca (29 espécies) foi superior, quando comparada com outras áreas de floresta estacional semidecidual no norte-fluminense (16 espécies, Marques, 2008; 12 espécies, Silva-Júnior, 2011). Em florestas estacionais semidecíduais em São Paulo, Garófalo (2008) amostrou nove espécies e Gazola & Garófalo (2009) amostraram 16 espécies. Em comparação com outras fitofisionomias no domínio de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro, o Morro do Itaoca apresentou menor riqueza do que a floresta ombrófila densa na Reserva Biológica União (43 espécies, Deprá, 2009) e maior riqueza do que a Restinga de Iquipari (15 espécies, Reis 2006).

Foi observado um maior número de ninhos fundados na estação chuvosa, principalmente nos meses de novembro a janeiro, quando ocorreram valores mais altos de precipitação e temperatura. Este padrão já foi observado anteriormente para

áreas de florestas na região (Deprá, 2009; Silva, 2009; Silva-Júnior, 2011) e área de restinga (Reis, 2006). Na estação chuvosa aumenta a disponibilidade de recursos alimentares, com a atividade de presas para vespas predadoras, como lagartas e aranhas, e com o maior número de espécies vegetais em florescimento. Esta maior disponibilidade de recursos favorece a atividade de construção e provisionamento de ninhos pelas fêmeas, como observado por O'Toole & Raw (1991).

Das 13 espécies de abelhas amostradas no Morro do Itaoca, *C. analis*, *Euglossa* sp1, *M. nigripennis* e *M. (Leptorachina)* sp1 ocorreram em um período relativamente longo de amostragem, de 5 a 8 meses, principalmente no período chuvoso, corroborando com outros estudos (Aguiar & Zanella, 2005; Marques, 2008; Schwartz, 2009). *Centris terminata*, *E. violacea*, *M. pseudanthidioides*, *M. (Chrysosarus)* sp1, *Megachile* sp1 e *E. tigrinum* apresentaram atividade restrita a períodos mais curtos durante a estação chuvosa. Os meses de amostragem destas espécies corroboraram os demais trabalhos citados na literatura (Viana *et al.*, 2001; Aguiar & Garófalo, 2004; Shwartz, 2009). Para *C. tarsata*, cujo único ninho amostrado neste trabalho ocorreu no mês de outubro, Silva-Júnior (2011) e Gonçalves & Zanella (2003) relataram um maior período de atividade de nidificação durante a estação chuvosa.

A maior parte das espécies de Euglossina é multivoltina, mais de uma geração ao ano (Augusto & Garófalo, 2004; Augusto & Garófalo, 2009, 2010; Cocom-Pech *et al.*, 2009). Entretanto, espécies de *Eufriesea* são conhecidas pela sazonalidade restrita e comportamento univoltino (Peruquetti & Campos, 1997; Garófalo *et al.*, 1998; Sofia *et al.* 2004), passando a maior parte do tempo em estado de diapausa (Santos & Garófalo, 1994; Garófalo *et al.*, 1993). Este fato explica a ocorrência de *E. violacea* somente no mês de dezembro no Morro do Itaoca. Embora um único ninho tenha sido coletado neste trabalho, amostragens com iscas aromáticas (Aguiar & Gaglianone, 2011) indicaram a amostragem no mês de novembro desta espécie, que é rara no local.

*Trypoxylon lactitarse* nidificou em todo o período de amostragem, com pico de abundância de ninhos no final da estação seca e durante a estação chuvosa. *Trypoxylon* sp1, *Trypoxylon* sp2, *Aupoplus* sp1, *P. grandis*, *M. angulosa* e *Zethus* sp1 nidificaram durante a estação chuvosa, sendo que os dois últimos nidificaram também no início da estação seca. Estes dados de sazonalidade para estas espécies de vespas corroboram outros trabalhos realizados com ninhos-armadilha

(Camillo *et al.*, 1997; Assis & Camillo, 1997; Camillo & Brescovit, 1999; Santoni *et al.*, 2009).

Os resultados de número total de ninhos e de emergentes, maiores na altitude de 200m, indicam um padrão de abundância de ninhos das espécies de abelhas e vespas congruente com o unimodal-parabólico. Fernandes *et al.* (1997), avaliando diversas guildas de insetos, dentre eles galhadores, minadores, herbívoros e predadores, verificaram que estas guildas sofreram influências de variáveis como a temperatura, a umidade e a diversidade das plantas ao longo do gradiente altitudinal. Portanto, a maior abundância de ninhos a 200 m sugere a existência de condições ambientais mais favoráveis à nidificação e forrageamento nesta altitude. Dos dados abióticos analisados, a velocidade do vento diferiu estatisticamente entre as altitudes, sendo maior na altitude de 400 m. Ferreira & Martins (2008) verificaram que as maiores taxas de nidificações de abelhas e vespas estão relacionadas com maior sombreamento e direção oposta dos ventos predominantes, o que pode explicar a ocorrência de menor nidificação a 400 m, quando comparada à altitude de 200m.

Entretanto, quando os dados são analisados em valores médios, percebe-se uma grande variação entre os pontos de amostrados, responsável pela ausência de diferença significativa nos valores de abundâncias médias. Isso sugere que fatores microclimáticos e condições específicas próximas aos locais de instalação dos ninhos-armadilha são variáveis em uma mesma altitude no Morro do Itaoca. A adição de outros pontos de amostragem ou um estudo em longo prazo possibilitaria resultados mais esclarecedores.

A maior riqueza e diversidade de espécies a 200 m pode estar relacionada à hipótese do distúrbio intermediário, que descreve que este tipo de distúrbio pode gerar maior coexistência e sobreposição das espécies devido à maior amplitude ambiental, diferenciando-se de distúrbios de baixa ou alta intensidade, sob os quais as espécies mais competitivas ou adaptadas fisiológica e ecologicamente sobressairiam resultando em menor riqueza de espécies (Connell, 1978; Bonges *et al.*, 2009).

Conforme a análise das curvas de abundância das espécies amostradas nas três altitudes, a 200 m houve dominância de duas espécies e um maior número de espécies representadas por 1% ou menos de indivíduos. Algumas espécies consideradas raras em algumas altitudes foram comuns e/ou intermediárias a 200

m, como *M. nigripennis* e *M. pseudanthidioides*, mostrando uma frequência maior de nidificação destas espécies nesta altitude.

A hipótese da heterogeneidade ambiental prevê que riqueza e abundância de espécies estão positivamente relacionadas com a complexidade do ambiente em que vivem (Pianka, 1994). Tilman (1982) discutiu as relações existentes entre a riqueza de recursos e a diversidade de espécies, sugerindo que picos de diversidade ocorrem quando determinadas áreas apresentam taxa média de disponibilidade de recursos aproximadamente igual à média da taxa de alocação destes recursos pelas espécies que compõem a comunidade. Sabe-se que a disponibilidade e diversidade de alimentos são consideradas como dois dos principais fatores relacionados à qualidade do habitat e, conseqüentemente, à maior diversidade das espécies, além de outros fatores como oferta de sítios de reprodução e refúgio (Strong *et al.*, 1984; Cornell, 1985). Para as abelhas, fatores determinantes são a disponibilidade de recursos florais (Roubik, 1989; Gathmann *et. al*, 1994) e recursos para a nidificação (O'Toole & Raw, 1991).

O padrão de pico da diversidade na altitude intermediária, segundo a hipótese do domínio médio, pode ser explicado pela distribuição das espécies restritas ao limite espacial imposto pelo topo e base do gradiente (Colwell & Lees, 2000). Com isto, há uma sobreposição na distribuição de espécies na altitude intermediária, devido à ausência da influência de fatores ambientais abruptos, como condições climáticas desfavoráveis nas altas e baixas altitudes e maior efeito antrópico em baixas altitudes. Fisher (1998) reforçou a relação positiva de diversidade e de altitude intermediária também pela presença de gradientes ecológicos, e considerou a cota altitudinal intermediária como um ecótono. Funcionando como um ecótono, a altitude intermediária apresenta espécies de insetos ocorrentes tanto no topo da elevação como nas regiões mais baixas do gradiente. Este fato é observado neste trabalho pela presença de espécies como *Euglossa* sp1 e *Aupoplus* sp1 que ocorreram na altitude intermediária e na altitude mais elevada e *Megachile* sp1, *M. nigripennis*, *Trypoxylon* sp1 e *Zethus* sp1 que se distribuíram na altitude intermediária e também na altitude baixa.

O resultado da análise das curvas de rarefação nas altitudes revelou uma separação significativa das respectivas curvas, a partir de 150 amostras. Mesmo apresentando uma tendência à estabilização e o estimador de riqueza ser próximo à riqueza total amostrada, as curvas não estabilizaram, indicando que não foram

amostradas todas as espécies que ocorrem nesses ambientes. Contudo, a 200 m a curva apresentou uma maior tendência à assíntota, possivelmente devido a um maior número de fundações de ninhos nesta cota altitudinal.

## **6.2 Espécies comuns às três altitudes no Morro do Itaoca**

Embora a arquitetura dos ninhos das abelhas e vespas que nidificam em cavidades pré-existentes possa exibir grande variabilidade inter e intraespecífica (Krombein, 1967), as espécies estudadas foram muito similares em arquitetura e nos materiais utilizados em suas construções nas três altitudes. Porém, a maioria das espécies constitui poucos ninhos em todo gradiente altitudinal. A única espécie considerada comum e dominante, *T. lactitarse*, apresentou comprimentos maiores nos ninhos construídos na altitude intermediária. Um ninho de comprimento maior possivelmente abriga maior quantidade ou volume de células construídas, ou seja, a cota altitudinal intermediária pode ter sido selecionada por apresentar condições mais favoráveis de provisionamento larval e nidificação. No entanto, *T. lactitarse* apresentou o maior número médio de células construídas na altitude menor. Desta maneira, os parâmetros de arquitetura analisados não corroboraram o padrão esperado e observado para a riqueza, diversidade e abundância da guilda no gradiente altitudinal analisado. Outros parâmetros da arquitetura, como o volume das células, devem ser estudados em trabalhos futuros, possibilitando melhores avaliações a respeito da relevância dos parâmetros da arquitetura para elucidar padrões altitudinais.

## **7. Conclusões**

O fragmento florestal estudado constitui um *inselberg* inserido em um mosaico urbano sob constante pressão antrópica. Apesar da fragilidade resultante do isolamento e pressão antrópica, a área apresenta importante riqueza, diversidade e abundância de espécies da guilda estudada, o que sugere que a área ainda preserve características adequadas a estas populações.

Este trabalho mostrou a importância de se incluir variações altitudinais em estudos de distribuição de espécies de Hymenoptera, pois revelou a existência de algumas espécies exclusivas a diferentes altitudes. Além disso, pode-se concluir que

o padrão de biodiversidade de abelhas e vespas nidificantes em ninhos-armadilha ao longo de um gradiente altitudinal de baixa elevação formado pelo Morro do Itaoca apresenta maior riqueza, diversidade e abundância total de nidificação na altitude intermediária, assemelhando-se ao padrão unimodal descrito para outras comunidades de insetos. Os possíveis fatores que estariam favorecendo a ocorrência deste padrão no Morro do Itaoca, ainda precisam ser investigados. Os resultados obtidos neste estudo podem contribuir para decisões de conservação e manejo de áreas isoladas, como é o caso do Itaoca, levando em consideração uma importante guilda de insetos, que têm papel central nas interações ecológicas, principalmente no controle de populações de outros Arthropoda e na polinização de muitas espécies vegetais.

## 8. Referências bibliográficas

- Abrams, P.A. 1995. Monotonic or Unimodal diversity-productivity gradients: what does competition theory predict? *Ecology*, 76(7): 2019-2027.
- 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 (Supl.):101-116.
- Aguiar, C.M.L., Zanella, F.C.V., Martins, C.F. & Carvalho, C.A.L. 2003. Plantas Visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para Obtenção de Recursos Florais. *Neotropical Entomology*, 32(2):247-259.
- Aguiar, C.M.L. & Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (3): 477-486.
- Aguiar, C.M.L. & Zanella, F.C.V. 2005. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da caatinga (Itatim, BA). *Neotropical Entomology*, 34 (1): 15-24.
- Aguiar, W.M. & Gaglianone, M.C. 2011. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) at an inselberg of Atlantic Forest domain in Southeastern Brazil. *Tropical Zoology*, 24: 107-125.
- Almeida-Neto, M., Machado, G., Pinto-da-Rocha, R. & Giaretta, A.A. 2006. Harvestman (Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational

- gradientes: an alternative rescue explain Rapoport's rule? *Journal of Biogeography*, 33: 361-375.
- Alonso, J.D.S. 2008. *Efeitos da variação no comprimento dos ninhos-armadilha na biologia de nidificação de Centris (Heterocentris) analis (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae: Centridini)*. Dissertação de mestrado em Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, 108p.
- Araújo, V.A., Antonini, Y & Araújo, A.P.A. 2006. Diversity of Bees and their Floral Resources at Altitudinal Areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35 (1): 30-40.
- Assis, J.M.F & Camillo, E. 1997. Diversidade, sazonalidade e aspectos biológicos de vespas solitárias (Hymenoptera: Sphecidae: Vespidae) em ninhos armadilhas na região de Ituiutaba, MG. *Annal Society Entomology Brasill*, 26: 335-347.
- Augusto, S.C. & Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Insectes Society*, 51: 400-409.
- Augusto, S.C. & Garófalo, C.A. 2009. Bionomics and sociological aspects of *Euglossa fimbriata* (Apidae, Euglossini). *Genetics and Molecular Research*, 8 (2): 525-538.
- Augusto, S.C. & Garófalo, C.A. 2011. Task allocation and interactions among females in *Euglossa carolina* nests (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Apidologie*.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2007. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4<sup>a</sup> ed. Blackwell Publishing, 738 p.
- Bernardino, A.S. 2008. *Biologia de nidificação e estratégias de manejo de Xylocopa ordinaria e Xylocopa frontalis (Hymenoptera: Apidae) no norte do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ.100p.
- Bonges, F., Pooter, L., Hawthornwe, W.D. & Sheil, D. 2009. The intermediate disturbance hypothesis applies to tropical forests, but disturbance contributes little to tree diversity. *Ecology Letters*, 12: 798-805.
- Brehm G., Colwell, R.K. & Kluge, J. 2007. The role of the environmental and the middomain effect on moth species richness along a tropical elevational gradient. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 205-219.

- 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.
- Brühl, C.A., Mohamed, M. & Linsenmair, K.E. 1999. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 15: 265-277.
- Buschini, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie*, 37: 58–66.
- Camillo, E.; C. A. Garófalo; Serrano, J. C. & G. Muccillo. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Apocrita, 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). *Annal Society Entomology Brasil*, 20 (1): 169-175.
- Camillo, E. & Brescovit, A.D. 1999. Aspectos biológicos de *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure e *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae) em ninhos-armadilha, com especial referência a suas presas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28: 251-262.
- Cardoso, C.F. & Silveira, F.A. 2003. Ecologia de nidificação de espécies de *Megachile* (Hymenoptera: Apoidea) em ninhos-armadilha na Estação Ambiental de Peti (MG). *VI Congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza. P.69-71.
- Cocom-Pech, M.E., May-Itz, W.J., Medina, L.A. & Quezada-Eu, J.J.G. 2009. Sociality in *Euglossa (Euglossa) viridissima* Friese (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Insect Society*, 55: 428 – 433.
- Colwell, R.K. & Lees, D.C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 70-76.
- Colwell, R.K., Rahbek, C. & Gotelli, N.J. 2004. The mid-domain effect and species richness: what have we learned so far? *The American Naturalist*, 143: 1-23.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302 – 1310
- Cornell, H.V. 1985. Local and regional richness of cynipine gall wasps on California oaks. *Ecology*, 66: 1247-1260.



- Currie, D.J. & Kerr, J.T. 2008. Tests of the mid-domain hypothesis: a review of the evidence. *Ecological Monographs*, 78: 3-18.
- Dan, M.L., Aguiar, W.M. & Nascimento, M.T. 2009. Ilhas de vegetação de um inselbergue (Morro do Itaoca) no norte fluminense: riqueza e diversidade da flora rupícola. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro de 2009*, São Lourenço – MG.
- Deprá, M. S. 2009. *Guilda de abelhas e vespas (Hymenoptera, Insecta) que nidificam em ninhos-armadilha na Reserva Biológica União, RJ*. Monografia do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 30p.
- Escobar, F., Lobo, J.M. & Halffter, G. 2005. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography*, 14: 327-337.
- Evans, H.E. 1966. The behavior patterns of solitary wasps. *Annual Review of Entomology*, 11: 123-154.
- Fernandes, G.W., Araújo, L.M., Carneiro, M.A.A., Cornelissen, T.G., Barcelos-Greco, M.C., Lara, A.C.F. & Ribeiro, S.P. 1997. Padrões de riqueza de insetos em gradientes altitudinais na Serra do Cipó, Minas Gerais. In: Leite, L. L. & Saito, C. H. (org) *Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado*. Brasília, UnB. 191-195.
- Ferreira, R.P. & Martins, C.F. 2008. A orientação e o sombreamento dos ninhos-armadilha influenciam as taxas de captura? *Anais do VIII Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, 186-192.
- Fisher, B.L. 1998. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Spéciale d'Anjanharibe-Sud and on the Western Masoala Peninsula Madagascar. *Fieldiana Zoology*, 90: 39-67.
- Frankie, G.W., Newstrom, L.E., Vinson, S.B. & Barthell. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bees species in Costa Rican dry forest. *Biotropica*, 25: 322-333.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 1998. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 1995-2000*. INPE, São Paulo.
- Gaglianone, M.C., Bernardino, A.S., Benevides, C.R., Vidal, E.M.F., Menezes, G.B., Silva, L.C.; Ferreira, P.A. & Aguiar, W.M. 2006. *Relatório do projeto de pesquisa:*

- Comunidades de abelhas em fragmentos de mata sobre tabuleiro no norte fluminense*, PROBIO/MMA, Convênio 0115-00/04.
- Garófalo, C.A. 2008. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nidificando em ninhos-armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Anais do VIII Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto - SP, 208-217.
- Garófalo, C.A., Camillo, E. & Serrano, J.C. 1993. Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 53: 177-187.
- Garófalo, C.A., Camillo, E., Augusto, S.C., Jesus, B.M.V. & Serrano, J.C. 1998. Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Revista Brasileira de Zoologia*. 15: 589-596.
- Gathmann, A., Greiler, H.J. & Tschardt, T. 1994. Trapnesting bees and wasps colonizing set-aside fields: succession and body size, management by cutting and sowing. *Oecologia*, 98: 8–14.
- Gauld, I.D. 1987. Some factors affecting the composition of tropical ichneumonid faunas. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30: 299-312.
- Gauld, I.D. & Bolton, B. 1988. *The Hymenoptera*. Oxford University Press, Oxford, UK. 332 p.
- Gazola, A.L. & Garófalo, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 8: 607–622.
- Geraghty, M.J., Dunn, R.R. & Sanders, N.J. 2007. Body size, colony size, and range size in ants (Hymenoptera: Formicidae): are patterns along elevational and latitudinal gradients consistent with Bergmann's Rule? *Myrmecological News*, 10: 51-58.
- Gianguarelli, D.C., Freiria, G.A., Colatreli, O.P., Suzuki, K.M. & Sofia, S.H. 2009. *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an orchid bee apparently sensitive to size reduction in forest patches. *Neotropical Entomology* 38 (5): 610-615.
- Gonçalves, A.F. & Zanella, F.C.V. 2003. Ciclos de nidificação de abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades pré-existentes no semi-árido paraibano. *Anais do Congresso de Ecologia do Brasil*, 6: 322–324.
- Gontijo, A.B., Carneiro, M.A.A. & Pereira, M.R. 2005. Efeitos da altitude e do substrato sobre a riqueza de espécies de gafanhotos em campos rupestres.

- Goulet, H & Huber, J.T. 1993. *Hymenoptera of the World: an identification guide to families*. Agriculture Canada.
- Grau, O., Grytnes, J.A. & Birks, H.J.B. 2007. A comparison of altitudinal species richness patterns of bryophytes with other plant groups in Nepal, Central Himalaya. *Journal of Biogeography*, 34: 1907-1915.
- Grytnes, J.A. 2003. Species-richness patterns of vascular plants along altitudinal transects in Norway. *Ecography*, 26: 291-300.
- Grytnes, J.A. & McCain, C.M., 2007. Elevational trends in biodiversity. In: S., Levin (ed). *Encyclopedia of Biodiversity*. Amsterdam: Elsevier, 2: 1-8.
- Guess, F.W. & Guess, S.K. 1980. Ethological studies of *Jugurtia confusa* Richards, *Ceramius capicola* Brauns, *C. linearis* Klug, and *C. lichtensteinii* (Klug) (Hymenoptera: Masaridae) in t'he Eastern Cape Province of South Africa. *Annals of the Cape Provincial Museums (Natural History)*, 13: 63-83.
- Hackenberger, B.K., Jaric, D. & Krcmar, S. 2009. Distribution of Tabanids (Diptera: Tabanidae) Along a Two-Sided Altitudinal Transect. *Environmental Entomology*, 38(6): 1600-1607.
- Hammer, Q., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. *Paleontologia Electronica*, 4 (1): 9p.
- Hawkins, B.A., Diniz-Filho, J.A.F. & Weis, A.E. 2005. The Mid-Domain Effect and Diversity Gradients: Is There Anything to Learn? *The american naturalist*, 166 (5): 140-143.
- Heinrich, B. 1979. *Bumblebee economics*. Harvard University Press, Cambridge, 245p.
- Hodkinson, I.D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews*, 80: 489-513.
- Horn, H.S. 1975. Markovian properties of forest succession. Pág. 196-211 in Cody, M.L. & Diamond, J.M., editors. *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- HAZELL *et al.* 2001
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29: 151-154.
- Jacobsen, D. 2008. *Tropical high-altitude streams*. In *Tropical stream ecology* (D. Dudgeon, ed.). Elsevier, London, 219-253.

- Jansen, D.H., Ataroff, M. & Farinas, M. 1976. Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica*, 8: 193- 203.
- Jayasingh, D.B. & Taffe, C.A. 1982. The biology of the eumenid mud-wasp *Pachodynerus nasidens* in trapnests. *Ecological Entomology*, 7: 283-289.
- 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.
- Karunaratne, W.A.I.O. & Edirisinghe, J.P. 2008. Diversity of bees at different altitudes in the Knuckles Forest Reserve. *Ceylon Journal of Science*, 37: 61-72.
- Kessler, M. 2001. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation*, 1973-1495.
- Kevan, P.G. & Baker, H.G. 1983. Insects as flowers visitors and pollinators. *Annals Review Entomology*, 28: 407-453.
- Kluge, J., Kessler, M. & Dunn, R.R. 2006. What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints, climate and species pool effects for pteridophytes on an elevational gradient in Costa Rica. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 358–371.
- Krombein, K.V. 1967. *Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 570p.
- Krombein, K.V.B & Norden, B.B. 1997. Nesting behavior of *krombeinctus nordenae* Laclerq, a sphecid wasp with vegetarian larvae (Hymenoptera, Sphecidae, Crabronidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 99:42-49.
- Krug, C. & Alves-dos Santos, I. 2008. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, 37 (3): 265-278.
- Lazzari, S.M.N. & Lazzarotto, C.M. 2005. Análise faunística de afídeos (Hemiptera, Aphididae) na Serra do Mar, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49 (2): 270-274
- Lieberman, D., Lieberman, M., Peralta, R. & Hartshorn, G.S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 84: 137-152.
- Lomolino, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 3–13.

- McCain, C.M. 2004. The mid-domain effect applied to elevational gradients – species richness of small mammals in Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 31: 19-31.
- McCoy, E.D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos*, 58: 313–322.
- Magurran, A.E. 2003. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford. 256p.
- Marques, M.F. 2008. *Arquitetura de Ninhos-armadilha de Vespas e Abelhas Solitárias (Insecta: Hymenoptera) em Remanescentes de Mata de Tabuleiro, Campos dos Goytacazes, RJ*. Monografia do curso de Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 52p.
- Mauad, L.P. 2010. *Levantamento florístico de um remanescente florestal de Mata Atlântica no maciço do Itaoca, Campos dos Goytacazes, RJ*. Monografia do curso de Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 83p.
- Merrill, R.M., Gutiérrez, D., Lewis, O.T., Gutiérrez, J., Díez, S.B. & Wilson, R.J. 2008. Combined effects of climate and biotic interactions on the elevational range of a phytophagous insect. *Journal of Animal Ecology*, 77: 145–155.
- Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. Baltimore and London, The John Hopkins University Press, 913p.
- Morato, E.F. 2004. *Efeitos da sucessão florestal sobre a nidificação de vespas e abelhas solitárias*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 266p
- 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 (4): 1213-1222.
- Nemésio, A. 2008. Orchid bee community (Hymenoptera, Apidae) at na altitudinal gradiente in a large forest fragment in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 10 (3):249-256.
- O' Toole, C. & Raw, A. 1991. *Bees of the world*. London, Blandford Publishing. 191p.
- Ober, H.K. & Hayes, J.P. 2010. Determinants of nocturnal Lepidopteran diversity and community structure in a conifer-dominated forest. *Biodiversity Conservation*, 19: 761–774.

- Oliveira, A.R.G., Freitas, G.A., Chaves, E.C., Lima Filho, G.F., Costa, D.A., Santos, T., Crispim, L.S. & Brandão, D. 2003. Variação na Composição de Espécies e no Padrão de Riqueza e Abundância de Cupins ao Longo de uma Transição Cerrado – Campo Rupestre, no Morro Feio, Município de Hidrolândia, Goiás. *VI Congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza.
- Olson, D.M. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 129-150.
- Paciência, M.L.B. 2008. *Diversidade de pteridófitas em gradientes de altitude na Mata Atlântica do Estado do Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 230p.
- Pendry, C.A. & Proctor, J. 1996. The causes of altitudinal zonation of rain forests in Bukit, Belalong, Brunei. *Journal of Ecology*, 84: 407-418.
- Pérez-Maluf, R.M.S. 1993. *Biologia de vespas e abelhas solitárias em ninhos-armadilhas, em Viçosa, MG*. Dissertação de mestrado. Viçosa: UFV. 87p.
- Peruquetti, R.C. & Campos, L.A.O. 1997. Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* Blanchard, 1840. *Revista Brasileira de Zoologia*, 4: 91-97.
- Pianka, E.R. 1994. *Evolutionary Ecology*. New York, Harper Collins, 5th ed., 486p.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13:131 - 44.
- Porembski, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica*, 30: 579-586.
- Pyrz, T.W. & Wojtusiak, J. 2002. The vertical distribution of pronophiline butterflies (Nymph., Sat.) along an elevational transect in Monte Zerpa (Cordillera de Mérida, Venezuela) with remarks on their diversity and parapatric distribution. *Global Ecology and Biogeography*, 11: 211-221.
- Radambrasil. 1983. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro/ Vitória. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, 32: 23- 24
- Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18: 200-205.
- Rahbek, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *The American Naturalist*, 149 (5): 875-902.
- Rahbek, C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species richness patterns. *Ecology Letters*, 8: 224-239.

- Rahbek, C., Gotelli, N.J., Colwell, R.K., Entsminger, G.L., Rangel, T.F.L.V.B. & Graves, G.R. 2007. Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences*, 274: 165-174.
- Rajão, H. & Cerqueira, R. 2006. Distribuição altitudinal e simpatria das aves do gênero *Drymophila* Swainson (Passeriformes, Thamnophilidae) na Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (3): 597-607.
- Reis, A.L.N. 2006. *Abelhas e vespa (Hymenoptera) em ninhos-armadilha na Restinga de Equiparí (São João da Barra, RJ)*. Monografia do curso de Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ. 42p.
- Ribeiro, S.P. Carneiro, M.A.A. & Fernandes, W. 1993. Distribution of *Brachyphoea* (Coleoptera: Chrysomelmae) in an altitudinal gradient in a brazilian savanna vegetation. *Phytophaga*, 29-33.
- Ricklefs, R.E. & Miller, G.L. 1999. *Ecology*. 4 edition, New York: W.H. Freeman and Company. 822 p.
- Roubik, D.W. 1989. Ecology and natural history of the tropical bees. Cambridge University Press. 514p.
- Roubik, D.W. & Ackerman, J.D. 1987. Long term ecology of euglossine orchid bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia*, 73: 321-333.
- Samson, D.A., Rickart, E.A. & Gonzales, P.C. 1997. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica*, 29: 349-363.
- Sanchez-Rodriguez, J.F. & Baz, A. 1995. The effects of elevation on the butterfly communities of a Mediterranean mountain, Sierra de Javalmbre, central Spain. *Jornal Lepidopterists' Society*, 49: 192–207.
- Sanders, N.J. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography*, 25: 25–32.
- Sanders, N.J., Moss, J. & Wagner, D. 2003. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 93–102.
- Santoni, M.M., Brescovit, A.D. & Del Lama, M.A. 2009. Ocupação diferencial do habitat por vespas do gênero *Trypoxylon* (*Trypargilum*) Latreille (Hymenoptera, Crabronidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(1): 107-114.

- Santos, M.L. & Garófalo, C.A. 1994. Nesting biology and nest re-use of *Eulaema nigrita* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Insect Society*, 41:99-110.
- Santos, C.P.S. 2008a. *Distribuição e diversidade de formiga de serapilheira (Hymenoptera: Formicidae) ao longo de um gradiente elevacional no parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Picinguaba, São Paulo, Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 70p.
- Santos, C.P.S. 2008b. *Estrutura de assembleias de Vespoidea solitários (Insecta: Hymenoptera) ao longo de um gradiente altitudinal no Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado em Ciências. Universidade de São Paulo, 83 p.
- Schwartz, T.A.C. 2009. *Arquitetura de ninhos de abelhas Megachilidae (Insecta, Hymenoptera) em fragmentos florestais de mata atlântica no norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro*. Monografia do Curso de ciências Biológicas. Universidade Estadual do norte Fluminense Darcy Ribeiro, campos dos Goytacazes, RJ. 37p.
- Silva, F.O., Viana, B.F. & Neves, E.L. 2001. Biologia e Arquitetura de Ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology*, 30(4): 541-545
- Silva, L. C. 2009. *Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera) que nidificam em ninhos-armadilha em remanescentes de mata estacional semidecidual de tabuleiro no norte fluminense*. Monografia do curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 26 p.
- Silva-Júnior, J.L.P. 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*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 107p.
- Silveira, F.A. & Cure, J.R. 1993. High altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 28:47-55.
- Sofia, S.H. & Suzuki, K.M. 2004. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. *Neotropical Entomology*, 33: 693–702.



- Sofia, S.H., Aline, M.S. & Silva, C.R.M. 2004. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 94: 217-222.
- StatSoft, INC., 2007. *STATISTICA (data analysis software system)*, version 8.0. Disponível em [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stevens, G.C. 1989. The latitudinal gradients in geographical range: how so many species co-exist in the tropics. *American Naturalist*, 133: 240-256.
- Stevens, G.C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an Extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist* 140 (6): 893-911.
- Strong, D.R., Lawton, J.H. & Soutwood. 1984. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*, Oxford, Blackwell Scientific Pub., 313p.
- Tavares, A.A. 2002. *Estimativas da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em quatro remanescentes de floresta ombrófila densa e uma restinga no Estado de São Paulo, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 146 p.
- Teixeira, F.M & Gaglianone, M.C. 2010. Há diferenças na riqueza entre áreas antrópicas, pequenos fragmentos e mata contínua? Um teste com ninho-armadilha em floresta estacional semidecidual submontana, no município de São José de Ubá, RJ. *Resumo Encontro Sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP.
- Tilman, D. 1982. *Resource competition and community structure*. Princeton: Princeton University Press, 296p.
- Turner, B.D. & Broadhead, E. 1974. The diversity and distribution of psocid populations on *Mangifera indica* L. in Jamaica and their relationship to altitude and micro-epiphyte diversity. *Journal of Animal Ecology*, 43: 173-190.
- Uehara-Prado, M. & Garófalo, C.A. 2006. Small-scale elevational variation in the abundance of *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae). *Neotropical Entomology*, 35 (4): 446-451.
- Vazquez, J.A.G. & Givnish, T.J. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Journal of Ecology*, 86: 999-1020.
- 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 (2): 245-251.

- Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of the pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 55:130-142.
- Ward, P.S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities, 99-121. *In*: D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution Press, 280p.
- Williams, K.K., Mcmillin, J.D., DeGomez, T.E., Clancy, K.M. & Miller, A. 2008. Influence of Elevation on Bark Beetle (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) Community Structure and Flight Periodicity in Ponderosa Pine Forests of Arizona. *Environmental Entomology*, 37 (1): 94-108.
- Willig, M.R., Karfman, D.M. & Stevens, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale and synthesis. *Annual Review of Ecological, Evolution, and Systematics*, 34: 273-309.
- Woiski, T.D. 2008. *Estrutura da comunidade de vespas e abelhas solitárias em um fragmento urbano de floresta Ombrófila mista*. Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Paraná, Curitiba, 41p.
- Wolda, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30: 313–323.
- Zapata, F.A., Gaston, K.J. & Chown, S.L. 2003. Mid-domain models of species richness gradients: assumptions, methods and evidence. *Journal of Animal Ecology*, 72: 677-690.