Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre

Variações altitudinais na diversidade e composição em espécies de vespas e abelhas (Hymenoptera: Aculeata)

Lucas Neves Perillo

Belo Horizonte
2011

Lucas Neves Perillo

Variações altitudinais na diversidade e composição em espécies de vespas e abelhas (Hymenoptera: Aculeata)

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Rogério Parentoni Martins

Belo Horizonte
Maio de 2011

"Muitos desejam seguir o caminho, mas poucos sabem que é preciso criá-lo"
Viramakkaritta

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Rogério Parentoni Martins, que me acompanhou desde a iniciação científica, ainda na graduação, até o final deste projeto. A grande distância entre Belo Horizonte e Fortaleza foi meramente física e em nada comprometeu as boas conversas, o incentivo e as discussões sobre a dissertação.

Aos meus pais, irmão, avós e amigos que sempre me incentivaram e ajudaram a construir minha história de vida. Principalmente minha mãe Júlia e meu irmão André que são os meus companheiros desde o princípio.

A família: aos Perillo por terem me apresentado as Minas e aos Neves por terem me apresentado os Gerais.

Aos Padres Wilson Belloni e Marcos que sempre foram receptivos nas minhas diversas estadias na RPPN Santuário do Caraça, lugar fantástico que conheço desde minha infância, graças ao vô Oswaldo. A bióloga Aline Abreu, Coordenadora Ambiental do Caraça, que forneceu todo o apoio logístico disponível e sua amizade. Aos funcionários Sônia, Léo, Wilhiam, Geraldo (Neneco) e João Júlio que se tornaram amigos importantes durante as coletas de campo.

Aos amigos de Brumal, Douglas Henrique da Silva, Murilo Nazário Dedé e Gil, que me apresentaram a trilha para o Pico do Sol e me ajudaram a conhecer e respeitar a região desde o início da vida.

Durante o caminhar (literalmente) do trabalho, contei com a ajuda de corajosos amigos no campo que, apesar da dificuldade física do projeto, me incentivaram a ir até o fim. São eles: Francisco Carvalho Diniz (Chico), Felipe Fonseca do Carmo (Manjuba), Paulo Durães Pereira Pinheiro (Callithrix), André Neves Perillo, Heron Hilário, Bernardo de Faria Leopoldo (Bê), Vinícius Cerqueira Rodrigues (Viné), Ivan Menezes Monteiro (Kajuru), Karine de Andrade Almeida, João Paulo Lopes (Zé), Mariana Augsten, Michel Valim, Alexandre Siqueira Corrêa, Natália Guimarães de Oliveira, Luiza Campos Parreira, Carolina Santos de Oliveira, Carla Davico, Túlio Jorge, Flávio Fonseca do

Carmo, Caio Ambrósio Leal Dutra, Alexandre Bertamoni Basso e Marcus Thadeu Teixeira Santos (Empada). Todos ajudaram muito na caminhada de 14 hrs entre a portaria e o esperado descanso na Concha Mágica. Nas coletas solitárias a subida era sempre mais árdua!

A Débora de Mendonça Garcia pelo carinho no qual me acompanhou durante a parte mais estressante (a escrita) e entendeu os constantes lapsos de memória e ausências momentâneas em pensamento, além de ter ajudado na revisão do texto e do Abstract. Sei que muitos não puderam ajudar no Caraça, mas foram muito importantes nas ajudas extra campo e na diversão das horas vagas, principalmente: Marina Beirão, Leo Cotta, Lucas Santana, Felipe (Gigante), João Henrique (Minhoca), Mateus Toshiba, Guilherme Leandro (Capita), Gui Russo, João Manoel, Lucas Cezar, Anna Siri, Lulu Mamãe, Pedro Taucce, Ivan Magalhães, Leandro Giacomin, Cândida Alméri, Fernandinha Lion, Andrey Andrade (Dedey), Thiago Cotta, Gui Freitas, Lílian Costa, Pedro Maia (A Velha), Tati Mingote, Tiago Pezzuti (Presuntin), Danilo (Goiás), Augusto Alves (Ganso), Marquito, Super. A Rafaella R. de Paula pelo incentivo para passar na prova e voltar do sertão.

Aos biólogos e amigos Pedro Viana, Flávio do Carmo, Felipe Leite e Marcelo Vasconcelos e amigos do Grupo Bocaina: História Natural e Educação Ambiental que me ensinaram o verdadeiro sentido dessa profissão.

Também gostaria de agradecer alguns professores que tiveram papel fundamental na minha formação de biólogo: Claudia Jacobi, Flávio Rodrigues, Maria Cristina, Mário De Maria, Ângelo Machado, Mário Alberto Cozzuol, Castor Cartelle, Marco Antônio Guariento Barbosa e Rogério Parentoni Martins.

Agradeço todos os professores e colegas da ECMVS que ajudaram sempre que possível, principalmente ao pessoal da secretaria, Fred e Cris.

Agradeço especialmente os amigos taxonomistas Rafael Ferrari e Rogério Lopes que identificaram respectivamente as espécies de abelhas e os Vespidae coletados. Ao Dr. Roberto Cambra por ter aceitado identificar os Pompilidae e os Mutillidae apesar de não a tempo desta defesa. A Flávia Viana pela identificação das formigas que invadiam

alguns ninhos armadilha. Ao Flávio F. Carmo pelas conversas sobre o quadrilátero e pela ajuda na coleta e análise das amostras de solo. Ao Leandro L. Giacomin, Rubens Mota, Douglas Silva e Luciana H.Y. Kamino pela confecção dos mapas. Ao prof. Adriano Paglia pela ajuda nas Análises Multivariadas, pelo apoio e por todas as conversas e bibliografias estatísticas indicadas. A Marina Beirão que, além da grande amizade ainda foi uma excelente companheira na discussão sobre as estatísticas utilizadas.

Ao Dr. Arnold Menke, Eduardo Santos, Rafael Loyola, Marco Antônio Carneiro, Sérvio P. Ribeiro, Akira Shimizu e Marcelo Vasconcelos por terem me fornecido importantes bibliografias, muitas vezes impressas.

Também agradeço ao Prof. Fernando Amaral da Silveira e a prof.ª Alice Fumi Kumagai pela deposição do material coletado na Coleção Entomológica da UFMG e ao IBAMA pela emissão da licença de coleta.

Sou especialmente grato a US Fish & Wildlife que forneceu relevante apoio financeiro para a realização de expedições ao parque e a CAPES que me forneceu uma bolsa de mestrado durante 18 meses.

E, finalmente, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos aos membros da banca examinadora: Yasmine Antonini e Frederico Neves, além do suplente Adriano P. Paglia, que contribuíram com as correções e com a constante prontidão em me ajudar.

SUMÁRIO

Resumo..... 1

Abstract 2

1. Introdução 3

2. Objetivo 8

3. Material e métodos..... 9
    3.1 Área de estudo 9
    3.2 Pontos de coleta 14
    3.3 Temperatura e umidade..... 21
    3.4 Grupo-foco..... 22
    3.5 Metodologias de captura 24
        3.5.1 Ninhos-armadilha..... 25
        3.5.2 Moericke..... 26
        3.5.3 Malaise..... 26
    3.6 Análises de solo.....29
    3.7 Análises estatísticas.....29

4. Resultados 32
    4.1 Armadilhas 32
        4.1.1 Rede entomológica 32
        4.1.2 Ninhos-armadilha 33
        4.1.2 Malaise 35
        4.1.3 Moericke 35
    4.2 Complementaridade das metodologias 36
    4.3 Gradiente Altitudinal 37
    4.4 Análises de Solo 46

5. Discussão.....48
    5.1 Armadilhas.....48
    5.2 Gradiente Altitudinal.....51

6. Considerações Finais.....56

7. Referências Bibliográficas.....58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização e paisagem da RPPN Serra do Caraça..... 9

Figura 2: Mapa do relevo da Serra do Caraça.....11

Figura 3: Exploração de minério de ferro no entorno.....13

Figura 4: Áreas amostradas na RPPN Serra do Caraça. 14

Figura 5: Caracterização do Ponto 1..... 18

Figura 6: Caracterização do Ponto 2.....18

Figura 7: Caracterização do Ponto 3.....19

Figura 8: Caracterização do Ponto 4.....19

Figura 9: Caracterização do Ponto 5.....20

Figura 10: Caracterização do Ponto 6.....20

Figura 11: Temperatura e pluviosidade durante o período de coleta na RPPN Santuário do Caraça.....21

Figura 12: Cladograma hipotético ¨ilustrativo¨ das famílias de Aculeata.....23

Figura 13: Ninhos armadilha.....27

Figura 14: Armadilha de interceptação de vôo Malaise.....28

Figura 15: Armadilha Moericke.....28

Figura 16: Total de ninhos construídos por abelhas e vespas solitária em cada tamanho de orifício disponibilizado (6, 9 e 12 mm) 34

Figura 17: Comparação entre o número de morfoespécies coletadas em cada metodologia 36

Figura 18: Número de morfoespécies exclusivas compartilhadas entre os três principais métodos de amostragem 37

Figura 19: Padrão de distribuição altitudinal das 14 famílias coletadas ao longo da trilha para o Pico do Sol 37

Figura 20: Distribuição das morfoespécies nos seis pontos altitudinais..... 38

Figura 21: Curvas de acumulação de espécies (Mao Tau) geradas para cada uma das altitudes adotadas ao longo do gradiente 39

Figura 22: Curva de acumulação de espécies (Mao Tau) geral, a partir do esforço amostral das armadilhas Moericke) 39

Figura 23: Comparação da riqueza estimada de espécies em cada uma das elevações 41

Figura 24: Projeção bidimensional da análise NMDS da comunidade de Aculeata nas diferentes altitudes, baseadas na abundância das espécies coletadas 42

Figura 25: Projeção bidimensional da análise NMDS da comunidade de Aculeata nas diferentes altitudes, baseadas na presença/ ausência das espécies 42

Figura 26: Agrupamento das amostras de solo das seis altitudes baseado na Análise Granulométrica..... 47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Informações sobre localização, altitude, fisionomia e características da vegetação das cotas altitudinais selecionadas.....17

Tabela 2: Temperaturas máxima e mínima medidas nas altitudes extremas.....21

Tabela 3: Famílias de Aculeata amostradas durante o ano de coleta em todos os métodos de coleta 32

Tabela 4: Relação de espécies de Aculeata encontradas ocupando ninhos armadilha 33

Tabela 5: Relação de espécies de Formicidae encontradas ocupando ninhos armadilha 35

Tabela 6: Valores de estimativa da riqueza de espécies a partir do estimador Jackknife de 1ª ordem das diferentes altitudes..... 40

Tabela 7: Valores do R gerados pela Análise de Similaridade (ANOSIM) das abundâncias das espécies de Aculeata entre as altitudes 43

Tabela 8: Análise de SIMPER com as quatro espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as diferentes altitudes, utilizando a abundância logaritmizada (log x+1) 44

Tabela 9: Análise de SIMPER com as quatro espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as diferentes altitudes, utilizando a dados de presença/ ausência 44

Tabela 10: Diferença no número de espécies necessárias para atingir os 80% de dissimilaridade entre as altitudes, utilizando dados de abundância (log x+1) e presença/ ausência de espécies..... 45

Tabela 11: Análise de SIMPER com as cinco espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as estações do ano, utilizando a abundância logaritmizada (log x+1) 45

Tabela 12: Análise de SIMPER com as cinco espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as estações do ano, utilizando a dados de presença/ ausência..... 46

Tabela 13: Classe granulométrica e textural das duas amostras de solos coletadas por altitude..... 46

ÍNDICE DE APÊNDICES

Apêndice 1: Lista de espécimes: Abundância e distribuição das morfoespécies em cada altitude em todas as metodologias utilizadas.....82

RESUMO

Padrões de distribuição dos insetos ao longo de gradientes altitudinais têm sido descritos para várias montanhas tropicais. Segundo a hipótese do gradiente altitudinal, a riqueza e abundância em espécies tendem a diminuir em função da altitude. Aculeata é considerada linhagem monofilética da ordem Hymenoptera. São importantes polinizadores, mas há carência de estudos sobre sua ecologia e distribuição, sobretudo em ambientes altomontanos. Na Serra do Caraça, a vegetação é bastante heterogênea, além de possuir uma grande variação altitudinal (850-2072 m), fato que possibilita estudos sobre distribuição altitudinal de espécies. Para verificar se a assembléia de Aculeata varia em estrutura ao longo do gradiente altitudinal, foram selecionadas seis altitudes nas quais foram distribuídos, entre Outubro de 2009 e Outubro de 2010, 180 ninhos-armadilha (em tempo integral por altitude) e nove armadilhas Moericke (armadas por 48 hrs de 15 em 15 dias). Uma armadilha Malaise ainda foi empregada em três dos seis pontos de amostragem para complementar o levantamento. Coletas ativas com puçá também foram realizadas quando possível. Amostrou-se 2.927 espécimes, distribuídos em 186 morfoespécies, agrupados em 14 famílias de Aculeata. Há maior riqueza de vespas e abelhas em altitudes mais baixas. No ponto altitudinal mais extremo não ocorreu colonização de ninhos-armadilha, provavelmente pela restrição de recursos em habitats situados em cotas altitudinais mais elevadas. A armadilha Moericke foi a mais efetiva das metodologias empregadas. Por este motivo, os dados obtidos por meio destas armadilhas foram utilizados para a realização das análises de similaridade e composição em espécies. As comparações foram efetuadas por meio dos registros de presença ou ausência das espécies (Índice de Jaccard) e da abundância das morfoespécies de Aculeata (Índice de Bray-Curtis: log x+1). A riqueza e a composição em espécies variaram significativamente com a altitude. Cada altitude apresenta sua assembléia de morfoespécies específica, apesar dos pontos mais próximos entre si serem mais similares. Os resultados ainda indicam efeito da estacionalidade sobre a composição em espécies. Por meio da análise sobre a eficiência de captura dos diferentes tipos de armadilha, verificou-se que nenhuma espécie foi coletada por meio de todos os dispositivos. A importância de se amostrar por meio da utilização conjunta de diferentes tipos de metodologia foi evidente, pois cada grupo taxonômico é capturado mais efetivamente por meio de um tipo específico de armadilha. A argila e silte do solo das altitudes mais elevadas se tornaram cada vez mais escassas, dificultando a nidificação de espécies que utilizam barro para confeccionar seus ninhos. Além disso, diferentes tipos de solo exercem influência determinante na composição vegetal, o que também interfere na composição e abundância das assembléias de Aculeata. Variações altitudinais da composição em espécies enfatizam a importância da preservação dos topos de montanha, que possuem um histórico de devastação causado pela mineração, em especial a extração de ferro na região. Os resultados enfatizam a importância da conservação nas áreas de estudo e vizinhas correspondentes, além de ter complementado o conhecimento sobre a fauna de Aculeata da região.

PALAVRAS-CHAVE: Aculeata, gradiente altitudinal, composição e similaridade de espécies

ABSTRACT

Distribution patterns of insects along elevational gradients have been described for many tropical mountains. According to the hypothesis of elevational gradient, species richness and abundance of species tend to decrease in higher altitudes. Aculeata is considered a monophyletic lineage of Hymenoptera order. They are important pollinators, but there are few studies on their ecology and distribution, especially in upper montane environments. In Serra do Caraça, the vegetation is very heterogeneous and also has a large altitudinal range (850-2072 m), fact which allows studies on altitudinal distribution of species. To verify if the assembly of Aculeata vary in structure along the altitudinal gradient, six altitudes were selected. 180 trap-nests were allocated full time in each altitude from October 2009 to October 2010, and nine Moericke traps (armed by 48 hrs from 15 to 15 days). Malaise traps were also set in three out of six sampling points to complement the survey. When possible, active capture effort was also performed with entomological net. A total of 2927 specimens were sampled, divided into 186 morphospecies, grouped into 14 families of Aculeata. There is greater richness of wasps and bees at lower altitudes. No trap-nests were colonized in the most extreme altitudinal point, probably due to resource constraints in higher altitudes habitats. The Moericke trap was the most effective of all methodologies used. Therefore, data obtained from these traps were used to perform analyses of similarity and composition in species. The comparisons were performed using the records of presence or absence of species (Jaccard index) and abundance of morphospecies of Aculeata (Bray-Curtis index: log x +1). Both richness and species composition varied significantly with altitude. Each altitude seems to have its special assortment of morphospecies, despite of the closest points were more similar. The results also indicate the effect of estacionality on the species composition. Through capture efficiency analysis of different trap types, it was found that no species was collected through all devices. The importance of sampling through different methodologies was evident, since each taxonomic group is more effectively captured by a specific type of trap. The clay and silt soils become increasingly scarce in higher altitudes, difficulting nidification of species that uses clay for making its nests. Different soil types also exert influence on vegetation composition, which interferes in composition and abundance of Aculeata assemblages. The altitudinal variation in species composition emphasizes the importance of preserving these mountain tops, which have a history of devastation caused by mining, particularly by the extraction of iron. The results emphasize the importance of study area and adjacents conservation. Besides, the results complemented the knowledge of Aculeata fauna in this region.

KEYWORDS: Aculeata, altitudinal gradient, species' composition and similarity

INTRODUÇÃO

Padrões de distribuição dos insetos ao longo de gradientes altitudinais têm sido descritos para várias montanhas tropicais (Kumar *et al.* 2009). Há diferenças significativas em abundância, riqueza e composição em espécies de invertebrados quando nos deslocamos de baixas a altas altitudes (Hutchinson 1965; Fernandes 1987; Ribeiro *et al.* 1992). Mas a inexistência de uma relação linear entre riqueza e altitude também já foi relatada (Carneiro *et al.* 1995; Ribeiro *et al.* 1998).

Existe uma alta riqueza em espécies e diversidade de habitats nas montanhas tropicais, fato muitas vezes relacionado ao efeito da história climática e geológica sobre a evolução biótica, aos impactos ambientais nos mecanismos de adaptação das espécies e à contínua dispersão da fauna e flora (Martinelli 2007). Aproximadamente 25% da superfície da Terra é coberta por montanhas que abrigam pelo menos um terço da diversidade de espécies de plantas terrestres, abastecem metade da população humana com a água potável e, por meio da existência de gradientes ambientais, geram experiências biológicas naturais que incentivaram pesquisas científicas durante séculos (Körner 2007).

Segundo a hipótese do gradiente altitudinal, a riqueza e abundância em espécies tendem a diminuir em função da altitude (Mani 1962; Wolda 1987; Fernandes & Price 1988; Ribeiro *et al.* 1992; Neff & Simpson 1993; Araújo & Fernandes 2003; Kumar *et al.* 2009). No entanto, picos de riqueza em altitudes intermediárias (Janzen 1973; McCoy 1990; Carneiro *et al.* 2005) e em maiores altitudes (Ribeiro *et al.* 1994) também têm sido relatados.

Aumentos na velocidade do vento, intensidade luminosa, variações na umidade e queda na temperatura, redução da área de habitat, da diversidade de recursos e da produtividade primária são comuns em ambientes altomontanos que, por si só, restringem a riqueza em espécies capazes de explorar estes ambientes elevados (Mani 1962; Kleinert-Giovannini 1982; Lawton *et al.* 1987; Carneiro *et al.* 1995; Körner 2007).

Adaptações fisiológicas, morfológicas e comportamentais estão relacionadas à detecção de sinais resultantes de variações ambientais (Martins & Barbeitos 2000). A altitude, por meio de sua influência nas diversas variáveis ambientais citadas, exerce pressão seletiva em uma série de características, induzindo respostas adaptativas dos insetos. Mudanças no tamanho corporal (Smith *et al.* 2000; Kubota *et al.* 2007; Rodríguez-Jimenez & Sarmiento 2008), no ciclo de vida (Sota 1996; Karl & Fischer 2009), além de perda de asas (Mani 1962), aumento no período de dormência, alteração na razão sexual, mudança na coloração corporal, dentre outros, são alterações causadas pela altitude em vários grupos taxonômicos (Hodkinson 2005). Mas é difícil definir qual variável afetada pela altitude é responsável pelas alterações causadas na comunidade (Hagen *et al.* 2008).

Devido a queda na abundância e na diversidade de himenópteros em grandes altitudes, alguns autores sugerem até mesmo que haja uma diminuição da sua importância como polinizadores, indicando que outros grupos tais como Diptera e Lepidoptera seriam mais importantes (Müller 1880; Tati-Subahar *et al.* 2007; Pyrcz *et al.* 2009). Os Aculeata (principalmente as abelhas) podem ter uma desvantagem ecológica em ambientes com redução de recursos florais, altas intensidades de vento e baixas temperaturas, todas características comuns em grandes altitudes (Neff & Simpson 1993).

Hymenoptera é uma das quatro ordens mais ricas em espécies de insetos, com mais de 115.000 espécies descritas (Gaston *et al.* 1996; Goulet & Huber 1993). É tradicionalmente dividida em Symphyta e Apocrita, este último subdividido em Parasitica (vespas parasitas) e Aculeata (vespas aculeadas) (Borror & Delong 1969; Ronquist *et al.* 1999; Triplehorn & Johnson 2011). Aculeata é considerado linhagem monofilética (Oeser 1961; Brothers & Carpenter 1993; Brothers 1999; Dowton & Austin 2001). A palavra "Aculeata" remete à modificação do ovipositor em um ferrão, característica típica do grupo (Brothers 1975; Ronquist *et al.* 1999; O'Neill 2001; Vieira 2008).

Os Aculeata são subdivididos em três superfamílias monofiléticas: Chrysidoidea (Carpenter 1986; Brothers & Carpenter 1993; Hanson & Gauld 1995), Apoidea (Bohart & Menke 1976; O'Toole & Raw 1991; Menke & Fernández 1996; Melo 1999; Amarante

2002; Silveira *et al.* 2002) e Vespoidea (O'Neill 2001; Pitts *et al.* 2006; Pilgrim *et al.* 2008). Atualmente, cerca de 30 famílias estão incluídas em Aculeata (Brothers 1999; O'Neill 2001; Hanson & Gauld 2006), as quais abrigam 45 % da diversidade conhecida em Hymenoptera.

A biologia deste grupo é extremamente diversificada (Borror & Delong 1969; Hanson & Gauld 1995; O'Neill 2001), devido à grande diversidade de hábitos e complexidade de comportamentos: parasitas, espécies solitárias e várias níveis de organização social que culminam na eusocialidade de certas espécies de vespas, abelhas e formigas (Triplehorn & Johnson 2011).

As vespas solitárias podem nidificar em cavidades pré existentes, escavar o solo em trilhas e barrancos, construir ninhos de barro, de pedaços de folhas cortadas, de galhos, de arbustos e árvores (Wasbauer 1995; Morato 2004; Morato & Martins 2006). Os ninhos são provisionados com presas que vão desde aranhas a espécies de 15 das 31 Ordens de Insetos, considerando-se apenas as vespas esfecídeas (Bohart & Menke 1976). As vespas e abelhas abrangem várias espécies que têm comportamentos sociais variados (Ross & Matthews 1991; Michener 2000). Os Vespidae são particularmente adequados para se observar a organização da socialidade nos insetos, já que o grupo tem espécies que apresentam diferentes níveis de organização social (Itô 1993; Hunt 1999). Há ainda famílias em Aculeata que exibem diferentes formas de parasitismo (Brothers & Carpenter 1993; Hanson & Gauld 1995; Triplehorn & Johnson 2011).

As paisagens do entorno e as condições físicas e biológicas do habitat influenciam significativamente na ocorrência de ninhos de Aculeata, posto que as espécies do grupo necessitem de uma gama de recursos alimentares, abrigos e materiais para a construção de seus ninhos, a fim de garantir a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos indivíduos. A diminuição da disponibilidade de presas, a perda de cavidades pré-existentes pela supressão vegetal (Morato & Martins 2006), a alteração na qualidade do solo e outros fatores são prejudiciais para a comunidades de vários grupos de insetos (Taki *et al.* 2008), podendo até mesmo causar extinção de certos grupos cujas populações têm tolerâncias ecológicas mais restritas (Dunn 2005). A utilização inadequada do ambiente pelo homem

afeta a comunidade de vespas e abelhas, principalmente se houver mudanças na viabilidade de sítios de oviposição, nos reservatórios de água e na vegetação (Gess & Gess 1993). Por serem afetados por tais modificações, os Aculeata são reconhecidos por serem bons bioindicadores de alterações ambientais (Brown 1991; Hafernik 1992; LaSalle & Gauld 1993; Fraser *et al.* 2008).

Os Hymenoptera, sobretudo os Aculeata, contém um maior número de espécies benéficas entre as demais ordens dos insetos (Evans 1963; Borror & Delong 1969; LaSalle & Gauld 1993; Triplehorn & Johnson 2011). São polinizadores importantes de muitas espécies de angiospermas, no controle biológico de presas agrícolas e na produção de produtos comerciais como o mel e a cera, além dos diversos serviços ambientais que desempenham (LaSalle & Gauld 1993; Hanson & Gauld 1995). Considerando as angiospermas, aproximadamente 90% são polinizadas por animais, sobretudo por insetos (Chichilnisky & Heal 1998, Marco Jr. & Coelho 2004; Imperatriz-Fonseca *et al.* 2006), gerando um retorno aproximado de 117 bilhões de dólares anuais, somente por meio da polinização (Constanza *et al.* 1997). Os Aculeata colaboram com grande parte desse valor (Hanson & Gauld 1995), pois 30% do alimento consumidos pelos humanos são derivados de plantas polinizadas por abelhas (McGregor 1976). Tais serviços ambientais foram estimados em aproximadamente 16 bilhões de dólares anuais (Levin 1983; Pratt 1999). As vespas também são consideradas indicadores de interações benéficas, pois são predadores eficazes de outros insetos, inclusive muitos de importância econômica (Rothschild 1970; Tscharntke *et al.* 1998; Jones *et al.* 2011).

Há muitas vantagens em se estudar invertebrados. Além de serem coletados mais facilmente do que vertebrados, ainda possuem um curto tempo de geração e respondem rapidamente às modificações do meio ambiente. Populações de artrópodes são sensíveis à impactos de curto prazo, bem como alterações a longo prazo nos ecossistemas (Kremen *et al.* 1993;. Basset *et al.* 2001; Missa *et al*. 2009).

Há uma lacuna em estudos ecológicos de invertebrados (Gaston 1991), uma vez que entre 80 e 90% dos *taxa* tropicais nunca foram foco de estudos sobre conservação (ver Lewis & Basset 2007), sobretudo quando se trata de Hymenoptera (Holloway &

Stork 1991), em especial as espécies que vivem em Campos Rupestres (Silva-Perreira & Santos 2006; Clemente & Prezoto 2009; Souza *et al.* 2010). Apesar de estudos etológicos do grupo serem tradicionais no meio acadêmico (Tinbergen 1958), experimentos sobre nidificação, área de vida, relações com as presas e distribuição geográfica são importantes para delimitar áreas de interesse para conservação. A redução no número de réplicas diminui a eficiência de coleta (ver Fraser *et al.* 2008). Mas estudos elucidam a necessidade da complementaridade das armadilhas, sugerindo que a utilização de diferentes tipos de metodologia é ainda mais importante do que a replicação (Southwood & Henderson 2000; Ryder Wilkie 2007; Missa *et al.* 2009; Aguiar & Santos 2010). Trabalhos que apontem quais são as melhores metodologias para a coleta de cada grupo são vitais para levantamentos eficientes da fauna de invertebrados.

Os campos rupestres e de altitude do leste brasileiro são reconhecidos como áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (MMA 2002, 2008; Vasconcelos 2009; Carmo 2010, Oliveira 2010; Ribeiro & Freitas 2010). Em Minas Gerais, todas as localidades de campos rupestres e de altitude ocorrentes na Cadeia do Espinhaço foram indicadas como áreas insubstituíveis, de importância especial para a conservação da biodiversidade (Drummond *et al*. 2005; Silva *et al.* 2008; Vasconcelos 2009), além do fato de que as espécies dos picos estão entre as mais ameaçadas das regiões montanhosas tropicais (Martinelli 2007; Oliveira 2010). A UNESCO reconheceu recentemente a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, resultado da constatação de que a região abrigar espécies endêmicas da fauna e da flora além de ser uma das maiores formações de campos rupestres no Brasil (UNESCO 2008; Vasconcelos 2009).

Há poucos estudos sobre distribuição de insetos nos campos de altitude no Sudeste do Brasil (Fernandes & Price 1988; Ribeiro *et al.* 1992; Araújo & Fernandes 2003; Azevedo *et al.* 2008), sobretudo no Caraça onde não há informações consistentes sobre a ocorrência e distribuição de Aculeata. Incentivos são necessários para criação de estudos ecológicos de longa duração.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho foi o de verificar se a assembléia de Aculeata varia em estrutura ao longo do gradiente altitudinal formado pela Serra do Caraça.

Os objetivos específicos são:

1. Analisar se a abundância, a riqueza e a composição das espécies de Aculeata variam em relação à altitude.

2. Avaliar a eficiência de diferentes tipos de metodologias de coleta no levantamento de Aculeata

3. Amostrar e identificar as espécies de Aculeata que ocorrem na RPPN Serra do Caraça.

4. Gerar informações sobre a ocorrência de Aculeata no Caraça e complementar o conhecimento sobre a fauna de Aculeata no estado de Minas Gerais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Santuário do Caraça, localizada na região centro-sul do estado de Minas Gerais, entre os municípios de Santa Bárbara, Catas Altas e Mariana (sede localizada nas coordenadas 20°5'54"S, 43°29'17" W). Criada em 1994 (Portaria Número 32/94-N – ICMBio), a Reserva possui área total de 10.187,89 ha e pertence à Província Brasileira da Congregação da Missão. A RPPN Serra do Caraça, mais as áreas de manejo sustentável (Chácara Santa Rita, Fazenda Engenho e Fazenda Capivari), perfazem um total de 11.233 ha preservados (Mota *et al.* 2006), sendo a maior RPPN do estado de Minas Gerais (Mesquita & Vieira *et al.* 2004). O nome "Caraça" remete o perfil de uma enorme máscara ou caraça presente em uma das serras (Silveira 1924; Mota *et al.* 2006) (Figura 1).

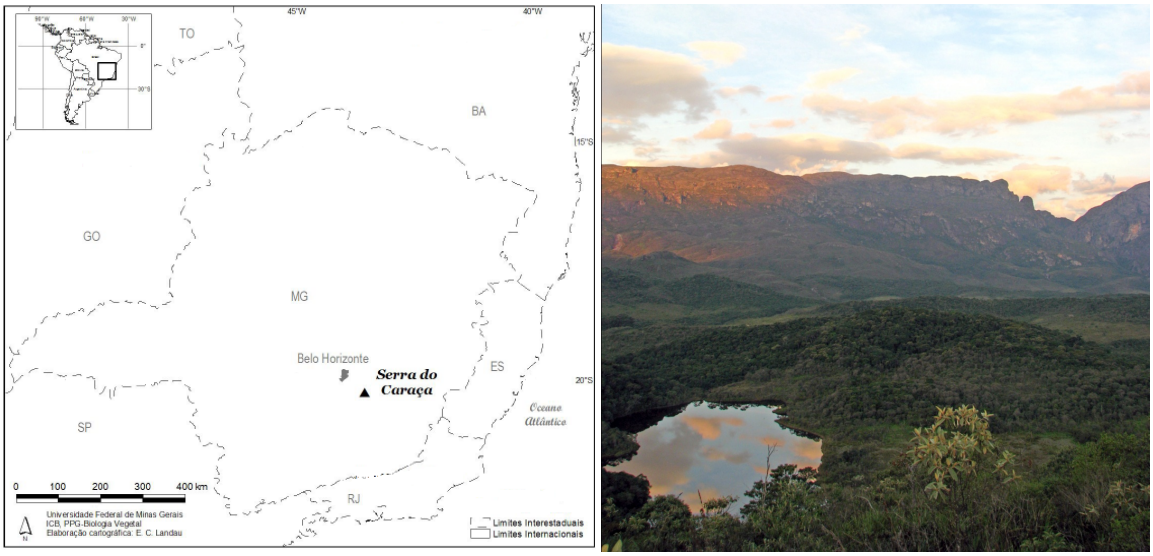

Figura 1: Localização e paisagem da RPPN Serra do Caraça (mapa modificado de Mota *et al.* 2006). Foto: Lucas Perillo.

A Serra Caraça tem o clima classificado como Cwb (classificação de Köppen-Geiger) que corresponde a um clima temperado úmido, invernos secos e verão ameno (Brandão *et al.* 1994; Canelas & Bertoluci 2007). Temperaturas amenas predominam durante todo o ano (18ºC a 19ºC), cuja máxima raramente ultrapassa 30ºC e a mínima pode alcançar valores negativos, principalmente nas maiores altitudes. A umidade é

elevada, porém não há valores medidos no alto do pico (Antunes 1986; Dutra *et al.* 2002). A precipitação média anual é superior a 1.500 mm (Brandão *et al*. 1994; Yo, 2010) com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C (Antunes 1986).

A Serra do Caraça está inserida no extremo meridional da Cadeia do Espinhaço, considerada uma das regiões de maior diversidade florística da América do Sul (Giulietti *et al.* 1997; Jacobi *et al.* 2007; Carmo 2010), com mais de 30% de endemismo em sua flora (Giulietti *et al.,* 1987). A Cadeia do Espinhaço é uma das mais importantes áreas montanhosas do Brasil (6.000 a 7.000 km²) que se estende por mais de 1.000 km desde a Serra de Ouro Branco (MG), ao sul, até Serra de Jacobina (BA) em seu extremo norte. A largura leste-oeste poucas vezes ultrapassa 100 km, a altitude varia de 700 a 2.072 m. (Oliveira 2010).

Apesar de muitas vezes a Serra do Caraça ser considerada parte sul da Cadeia do Espinhaço, por conta de sua proximidade geográfica e semelhança fisionômica (Almeida Abreu 1995; Varajão *et al*. 2009; Oliveira 2010), ela também faz parte do Quadrilátero Ferrífero, uma das mais importantes províncias minerais do mundo (Jacobi & Carmo 2008a; Jacobi & Carmo 2008b; Jacobi & Carmo 2008c).

Seu complexo arcabouço geológico pode ser resumido em quatro formações predominantes: (a) Embasamento granítico-gnaíssico; (b) Supergrupo Rio das Velhas, com predomínio de xistos-filitos; (c) Supergrupo Minas com predomínio de quartzitos e itabiritos e; (d) Grupo Itacolomi composto por quartzito (Alkmim & Marshak *apud* Cavalcante *et al*., 2010). Segundo Dutra e colaboradores (2002), o Supergrupo Minas pode ser subdividido em Grupos Caraça (Formação Moeda e Batatal), Itabira (Formação Cauê) e Piracicaba. A composição do Grupo Caraça (Formação Moeda) é de quartzo e sericita, cujo solo é denominado Neossolos Litólicos (Varajão *et al.* 2009). As demais formações (Formação Batatal e Cauê) ocorrem na base das Serras. O Grupo Piracicaba possui essencialmente filitos de cor de cinza-amarelada a amarelo-claro (Dutra *et al.* 2002).

A Serra do Caraça tem as maiores e mais variadas altitudes de todo Quadrilátero Ferrífero: planícies com 850 m e picos acima de 2000 m de altitude (Cavalcante *et al.*

2010) (Figura 2). É um divisor de águas, pois estas caem sobre o cume dos picos e deságuam a nordeste no Córrego São Luís, a sudeste num tributário do Rio Piracicaba, a sudoeste no Córrego das Almas e a noroeste no Ribeirão do Caraça. Todo este conjunto de drenagens faz parte da bacia do Rio Doce (Dutra *et al.* 2002). A Serra do Caraça comporta os dois picos mais elevados da Cadeia do Espinhaço, o Pico do Sol e do Inficionado, ambos com mais de 2.000 m de altitude. Estes possuem flora típica de campos rupestres sobre afloramentos rochosos, embora vários táxons vegetais típicos dos campos de altitude ocorram em áreas onde há algum tipo de solo ou em terrenos brejosos (Vasconcelos 2009).

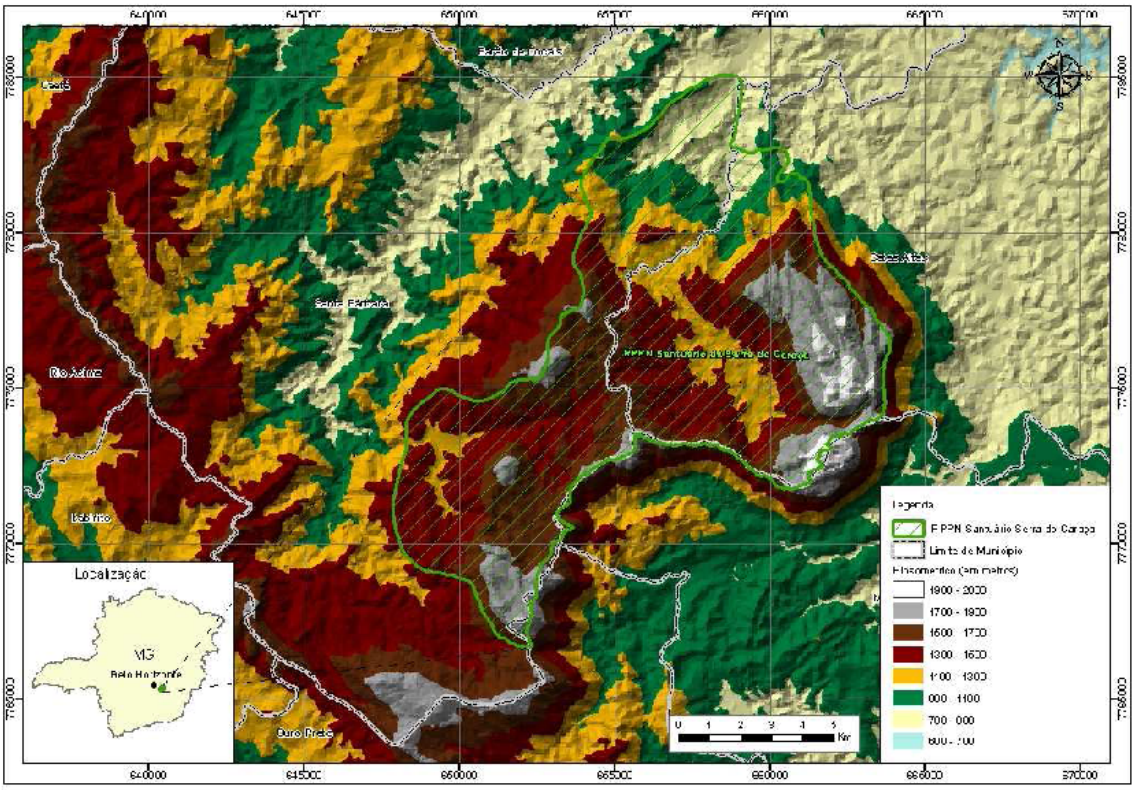

Figura 2: Mapa do relevo da Serra do Caraça. Modificado de Silva 2010.

Incluída no bioma Mata Atlântica, possui predominantemente formações campestres, rodeadas e encravadas por formações florestais típicas da Mata Atlântica (Vasconcelos 2000; Mota *et al.* 2006; Oliveira 2010). A heterogeneidade fisionômica é alta: campo de altitude, campo limpo, campo rupestre e campo sujo, além das formações florestais, compostas principalmente por mata ciliar, mata de galeria, mata nebular e mata

semidecídua. Dentre estas, as fitofisionomias predominantes na Serra do Caraça são as de Campo rupestre, seguido por mata semidecídua, campo limpo e mata de galeria, respectivamente (Mota *et al.* 2006).

Historicamente, a Serra do Caraça sofreu perda de cobertura vegetal e extinção local de espécies devido a intervenções antrópicas (Mota *et al.* 2006). O turismo se tornou a principal atividade da Serra (média de 372 visitantes/dia nos anos de 2009/2010; Coordenação Ambiental RPPN Serra do Caraça, Aline Abreu, comunicação pessoal 2010), com intensa visitação ecológica e religiosa (Zico 1980). O histórico de perturbações não foi suficiente para diminuir a importância do local, principalmente das áreas de altitude (CONAMA 2010). A Serra do Caraça é uma área insubstituível para conservação da biodiversidade (Silva *et al.* 2008), considerado um dos lugares de maior beleza cênica do mundo (Bright 2009).

Além do grande número de visitantes que recebe anualmente, a Serra do Caraça é alvo de vasta investigação científica, atraindo pesquisadores de diversas áreas, principalmente na área das ciências naturais. Uma série de importantes naturalistas e biólogos fizeram expedições na região. Os principais que passaram pela Serra do Caraça foram os alemães George Heirinch von Langsdorff (1816/17 e 1824), Karl Friedrich Philip von Martius (1818), Friedrich Sellow (1819 e 1830), Ludwig Riedel (1824), Ernst Ule (1892), Carl August Wilheim Schwacke (1893) e Fritz Mattick (século XX); os franceses Auguste de Saint Hilaire (1817) e A. Glaziou (final do século XIX); dinamarqueses como Peter Claussen (1843) e Frederik Christian Raben (1836); o escocês George Gardner (1840), o finlandês Edvard Wainio (1885), o austríaco Johann Baptist Emmanuel Pohl (1820), Francisco Ribeiro de Mendonça (1884) e, mais recentemente, a entomóloga brasileira Maria Aparecida Vulcano (1940) e Erich Wedermann (1932), dentre outros (Zico 1979, 1990; Mota *et al.* 2006). Apesar da grande exploração científica na região, existem lacunas no levantamento de espécies, sobretudo nas áreas de maior altitude (Vasconcelos 2001a; Vasconcelos 2001b; Vasconcelos *et al.* 2002; Vasconcelos *et al.* 2003; Vasconcelos & Rodrigues 2010; Rego *et al.* 2004; Mota *et al.* 2006; Souza & Marques 2008; Baêta & Silva 2009; Mota *et al.* 2009; Oliveira 2010).

Atualmente, a visitação é controlada e a RPPN tem o intuito de ordenar a atividade turística e utilizar o contato com os visitantes para a prática da Educação Ambiental (Mesquita & Vieira 2004). Apesar de alguns locais receberem um imenso fluxo de pessoas, tais como a trilha para a Cachoeira da Cascatinha e Taboões, a visitação nos locais mais isolados exige a presença de guias. Apenas 144 pessoas visitaram o Pico do Sol em 2009 e 137 em 2010 (Coordenação Ambiental RPPN Serra do Caraça, Aline Abreu, comunicação pessoal 2010). Mas invasões de pessoas nos limites do parque ainda são comuns e uma fiscalização mais eficiente, sobretudo nos topos de montanha, se torna necessária. Incêndios criminosos ainda são um problema recorrente. Em 1997 um incêndio de grandes proporções destruiu mais da metade das terras altas do Caraça (Vasconcelos 2000). Tais ameaças são constantes, mas a mais preocupante na atualidade é indiscutivelmente a pressão exercida por meio da expansão da atividade mineradora na zona de amortecimento (Carmo 2010). Tal expansão dificulta a criação de corredores ecológicos e diminui a área de vida potencial de várias espécies (Figura 3).



Figura 3: Principal ameaça é a perda de habitat do entorno causada pela exploração de minerais, sobretudo minério de ferro.

O Plano de Manejo para a área ainda é inexistente, mas há previsões de que o processo de planejamento se inicie ainda em 2011.

3.2 Pontos de coleta:

Foram delimitadas seis cotas altitudinais: as duas primeiras ao longo da estrada que dá acesso ao Santuário e as quatro restantes ao longo da trilha para o Pico do Sol, ponto de maior altitude de toda a Serra do Espinhaço. Os pontos foram distribuídos entre as altitudes de 1.000 e 2.060 metros, com variações altitudinais de aproximadamente 200 m entre eles (Figura 4), medidos a partir do altímetro calibrado do GPS Garmin 76CSX.

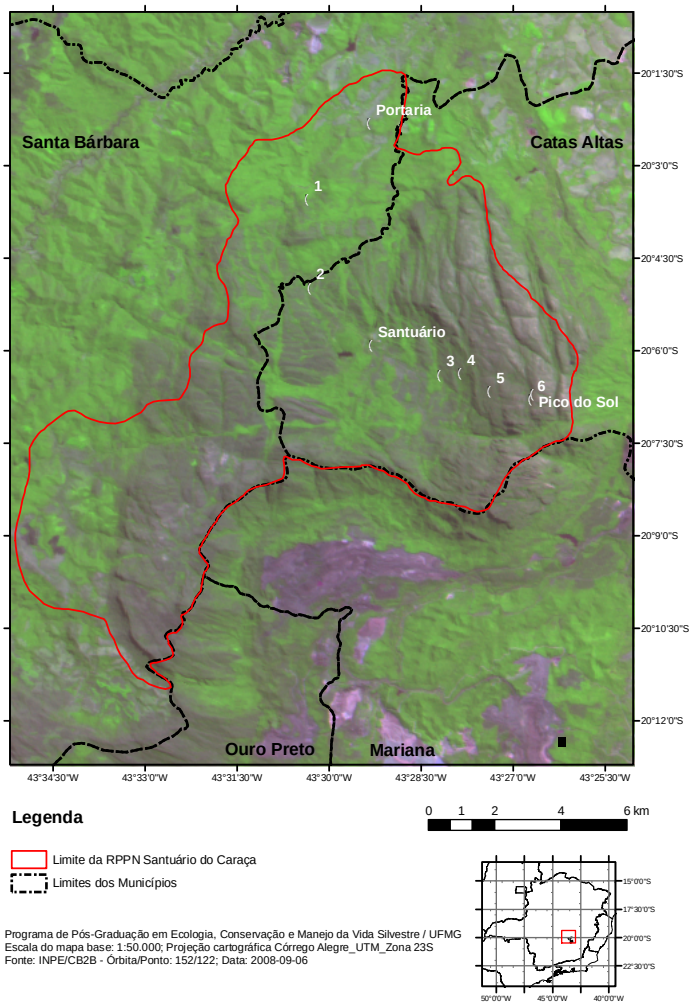

Figura 4: Áreas amostradas na Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil. Legenda das áreas amostradas: 01= Ponto 1 (≈1.000 m); 02= Ponto 2 (≈1.200 m); 03= Ponto 3 (≈1.400 m); 04= Ponto 4 (≈1.600 m); 05= Ponto 5 (≈1.800 m); 06= Ponto 6 (≈2.050 m).

O ponto de menor altitude (denominado Ponto 1) foi delimitado na altitude 1.000,01 ± 33,50 m. Tal desvio em altitude foi causado pela impossibilidade de se

distribuir as armadilhas na mesma altitude fixa. Dentre os pontos selecionados, este é o que possui maior cobertura vegetal, classificado como Floresta Estacional Semidecidual Secundária, com predomínio de floresta de encosta (Viveros 2010) (Figura 5). Sua composição vegetal corresponde à de ambientes úmidos de encosta presentes na região nesta altitude. A presença de espécies arbóreas típicas desta fitofisionomia são comuns, tais como *Guatteria villosissima*, *Xylopia sericea*, *Acrocomia aculeata*, *Friedericia speciosa*, *Cecropia* spp., *Andira* sp., *Bowdichia virgilioides*, *Dalbergia barretoana*, *Machaerium brasiliense*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Casearia* spp., *Campomanesia guazumaefolia*, *Remijia ferruginea*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Matayba* spp.e *Serjania* spp. (Mota 2002), além da presença de Arecaceae arbustivas, como *Geonoma schottiana* Mart.

No segundo ponto (Ponto 2), a altitude foi de 1.189,60 ± 8,77 m. As armadilhas foram alocadas na área conhecida como Trilha de Taboões. Neste ponto já se tornam evidentes alguns afloramentos rochosos. Aparecem também alguns representantes arbustivos e herbáceos, ausentes no Ponto 1, tais como espécies de Eriocaulaceae, Xyridaceae e Velloziaceae. Mas a matriz vegetal ainda é composta de mata com grande porte arbóreo, com presença de floresta ciliar, floresta de galeria e floresta de encosta (Viveros 2010). Este ponto é cortado por um corpo d'água de tamanho significativo, o Rio Caraça (Figura 6).

O Ponto 3 situa-se em 1.398,11 ± 12,98 m. As armadilhas deste ponto foram plotadas em um transecto traçado perpendicularmente à trilha para o Pico do Sol, localizado a aproximadamente 400 metros de distância acima da Cachoeira da Cascatinha, local com visitação ecológica mais intensa do Parque. Neste local é rara a presença de vegetação arbórea alta. Apesar da matriz ainda ser formada em sua maioria de solo, os afloramentos rochosos de quartzito são comuns na paisagem e há presença de espécies típicas de tal fitofisionomia. Espécies de *Vellozia* (Velloziaceae), sempre vivas (Eriocaulaceae) e *Xyris* (Xyridaceae) estão presentes, mas a paisagem é dominada por poáceas, além da presença de espécies arbóreas e arbustivas tais como *Tibouchina* spp. (Melastomataceae), *Lychnophora pinaster* (Asteraceae) e principalmente *Eremanthus erythropappa* (Asteracea), que formam vastos candeiais (Figura 7).

O Ponto 4 está localizado em 1.616,69 ± 8,29 m de altitude. Apresenta grande semelhança fitofisionômica com o anterior, apesar de uma maior quantidade de afloramentos rochosos expostos (Figura 8). A vegetação também corresponde à da última altitude citada, apesar de pequenas diferenças na composição de espécies predominantes. Existe, neste ponto, uma população de *Clusia arrudea* Planch. & Triana (Clusiaceae), além das espécies acima citadas.

No Ponto 5, a fitofisionomia já apresenta diferenças peculiares em relação aos anteriores. Situado em 1.838,87 ± 4,09 m, o local é caracterizado por um vale formado por dois grandes afloramentos (Figura 9). Dentre as formações vegetais, encontram-se campo úmido, floresta nebular, vegetação arbustiva e vegetação rupestre. A maior área é dominada pelo afloramento rochoso, mas existe uma vegetação associada ao solo arenoso, formado pela ação do intemperismo sobre o quartzito. Nestes depósitos de solo predominam os arbustos, principalmente *Chusquea pinifolia* (Poaceae) e ervas, além de fragmentos de matas nebulares. Mas no afloramento *Vellozia compacta* é dominante. A presença de espécies comuns de ambientes de altitude já é visível. Os gêneros mais comuns na vegetação de altitude do caraça segundo Oliveira (2010) são *Xyris* (Xyridaceae), *Baccharis* (Asteraceae), *Paepalanthus* (Eriocaulaceae), *Apochloa* (Poaceae), *Gaylussacia* (Ericaceae), *Mikania* (Asteraceae), *Habenaria* (Orchidaceae) e *Sophonitis* (Orchidaceae). Ainda existe uma série de representantes das famílias Amaryllidaceae (*Habranthus* sp.), Cyperaceae e Bromeliaceae (ver lista de espécies típicas desta região em Oliveira 2010).

O ponto de maior altitude (Ponto 6 / 2.059,25 ± 8,41 m) encontra-se aos pés do Pico do Sol. A fitofisionomia do local é similar à do ponto anterior, porém é menor a proporção de solo em relação à de afloramentos. A diversidade vegetacional predominante sobre as grandes rochas de quartzito expostas são de espécies de plantas que utilizam este tipo de rocha como substrato. *Vellozia compacta* é a espécie que mais se destaca nestas formações, com uma população abundante. Além da sua importância como facilitadora para a formação de manchas de vegetação (Oliveira 2010), é uma importante espécie-guarda chuva, abrigando grande diversidade de epífitas, sobretudo Orchidaceae (ver Mota *et al.* 2006). Também estão presentes espécies raras tais como *Huperzia rubra*

(Lycopodiaceae) (Vasconcelos *et al.* 2002), *Vriesea clausseniana* (Baker) Mez (Bromeliaceae) (Versieux & Wendt 2007) e *Lepanthopsis vellozicola* (Bromeliaceae) (Mota *et al.* 2009), esta última endêmica da Serra do Caraça. Nos pequenos pontos onde há acúmulo de solo ainda se encontra uma quantidade expressiva de *Chusquea pinifolia* (Poaceae), representantes de famílias como Eriocaulaceae, Ericaceae, Melastomataceae, Asteraceae, em grande maioria compostos de arbustos e ervas (ver Oliveira 2010). Espécies arbóreas são raras e estão confinadas as fendas e depressões com acúmulo de solo (Figura 10). Informações relevantes sobre os pontos amostrais estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Informações sobre localização, altitude, fisionomia e características da vegetação das cotas altitudinais selecionadas.

Ponto	Coordenadas	Altitude (m)	Fisionomia e características da vegetação
1	20°03'31,85" S 43°30'19,72" O	1.000,01 ± 33,5	Floresta Estacional Semidecidual secundária, maioria arbórea.
2	20°04'58,17" S 43°30'17,21" O	1.189,60 ± 8,77	Matriz composta de floresta ciliar, floresta de galeria e floresta de encosta. Formação campestre rica em afloramentos rochosos.
3	20°06'22,46" S 43°28'09,75" O	1.398,11 ± 12,98	Vegetação rupestre com arbustos, rica em candeias; presença de manchas de floresta de encosta.
4	20°06'21,52" S 43°27'50,02" O	1.616,69 ± 8,29	Vegetação rupestre com arbustos; presença de manchas de floresta de encosta.
5	20°06'38,81" S 43°27'21,15" O	1.838,87 ± 4,09	Campo Úmido, Floresta Nebular, vegetação arbustiva e Vegetação Rupestre.
6	20°06'46,63" S 43°26'41,10" O	2.059,25 ± 8,41	Campo Úmido, Floresta Nebular, vegetação arbustiva e Vegetação Rupestre.



Figura 5: Caracterização do Ponto 1 (1000 m de altitude), com grande cobertura arbórea. Foto: Lucas Perillo.



Figura 6: Foto do Ponto 2 (Taboões). Presença do Rio Caraça e de uma grande heterogeneidade fitofisionômica. Foto: Heron Hilário.



Figura 7: Foto do Ponto 3. Vegetação rupestre com arbustos, rica em candeias com florestas de encosta. Foto: Lucas Perillo.



Figura 8: Paisagem predominante do Ponto 4. Vegetação rupestre com arbustos presença de florestas de encosta. Foto: Heron Hilário



Figura 9: Ponto 5. Local rico em Velloziaceae em cima do quartzito com densa presença de *Chusquea pinifolia* (Poaceae) nas formações de solo na base dos afloramentos. Foto: Lucas Perillo.

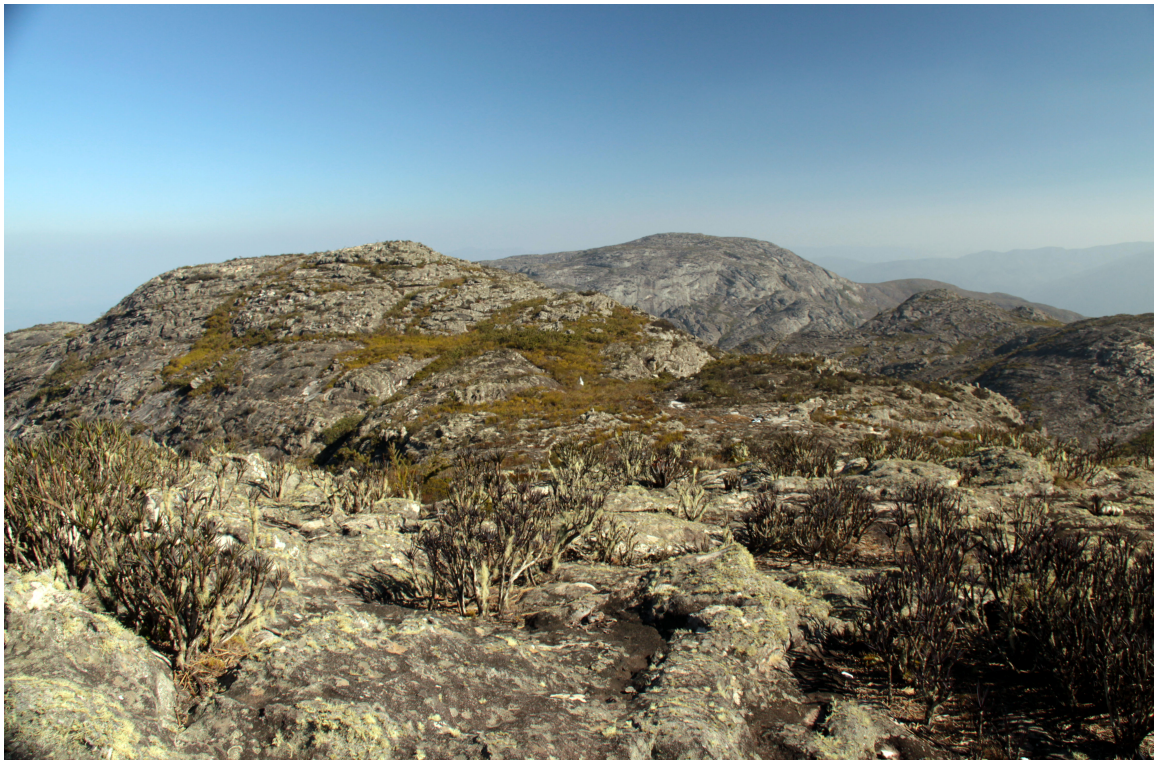

Figura 10: Ponto 6, próximo ao Pico do Sol. Pouco solo e extensos afloramentos de quartzito compõem a paisagem. Presença constante de *Vellozia compacta* (Velloziaceae). Foto: Lucas Perillo.

3.3 Temperatura e umidade

Durante o período amostrado, a umidade e as temperaturas máxima e mínima foram registradas a cada 15 dias (mensurada durante 48 h) com o auxílio de um termo-higrômetro nos pontos extremos de altitude (Ponto 1 e Ponto 6), durante nove meses (entre Fevereiro e Outubro de 2010) (Tabela 2). Os índices pluviométricos foram cedidos pela coordenação ambiental do Caraça (Figura 11).

Tabela 2: Temperaturas máxima e mínima medidas nas altitudes extremas (Ponto 1 e Ponto 6).

Meses	Ponto 1 (1.000 m)		Ponto 6 (2.059 m)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Fevereiro	17,5	33	13,4	34,1
Março	17,6	24,9	14,4	17,9
Abril	13,8	24,6	8,8	20,6
Maio	14,4	24,6	10,5	11,9
Junho	11,1	21,8	6,4	23,4
Julho	14	25,9	9,3	20,4
Agosto	10,9	23,6	6,6	20,9
Setembro	12	27,9	10,1	27,9
Outubro	13,4	17,3	13,5	33,9

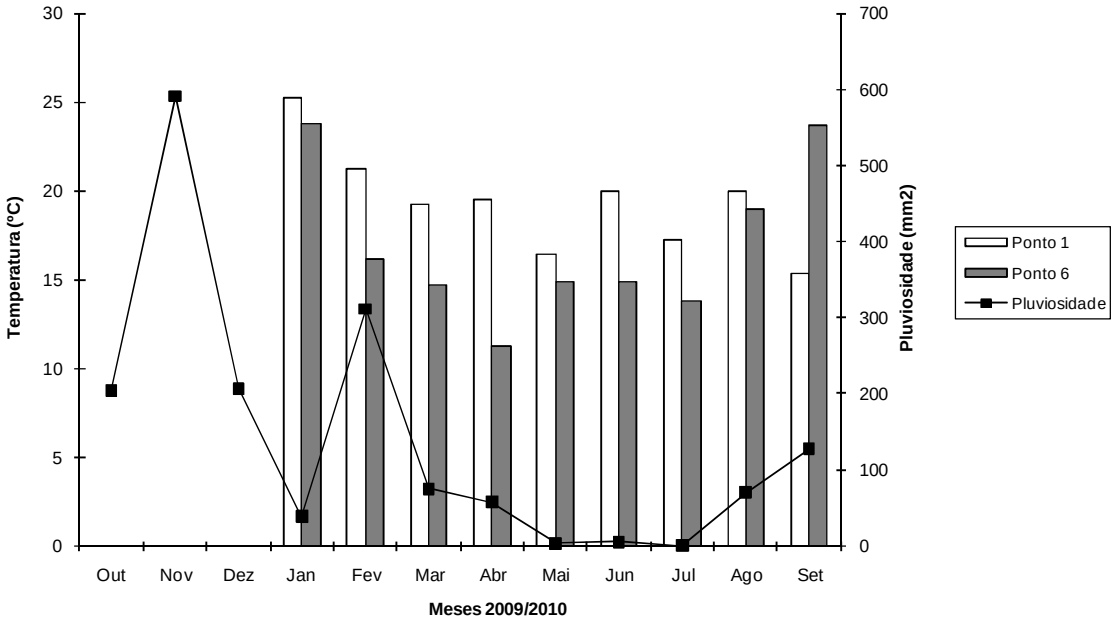

Figura 11: Temperatura e pluviosidade durante o período de coleta na RPPN Santuário do Caraça. Média das temperaturas máximas e mínimas medidas nas altitudes extremas (Ponto 1 e Ponto 6).

Não existiam valores de temperatura medidos no alto do Pico do Sol (Dutra *et al.* 2002), até a realização do presente estudo.

3.4 Grupo-foco

Estudou-se espécies do grupo monofilético Aculeata (Hymenoptera: Apocrita). O grupo distingue-se pelo reposicionamento do oviduto ventral, separado do ovipositor (Hunt 1999). O ovipositor mantém a sua morfologia mas é transformado em acúleo ou ferrão, mas não tem mais função na oviposição (Costa Lima 1960). O grupo é dividido em três superfamílias (Brothers 1999) que possuem 30 famílias (Figura 12).

A primeira superfamília é a Apoidea, que comporta 13 famílias, distribuídas em Ampulicidae, Crabronidae e Sphecidae, presentes no Brasil (Hanson & Gauld 1995), e Heterogynaidae, aparentemente presente apenas no velho mundo (Melo 1999), além das nove famílias de abelhas *sensu lato*: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, presentes no Brasil (Silveira *et al.* 2002), e Dasypodaidae, Meganomiidae, Melittidae e Stenotritidae. A superfamília Chrysidoidea é composta de sete famílias monofiléticas viventes. São elas Bethylidae, Chrysididae, Dryinidae, Embolemidae, Sclerogibbidae Scolebythidae, presentes no neotrópico e Plumariidae, encontrada apenas em áreas áridas e semi-áridas. (Hanson & Gauld 1995). E a última superfamília, Vespoidea, comporta atualmente 10 famílias, todas presentes no Neotrópico: Sierolomorphidae, Bradynobaenidae, Mutillidae, Pompilidae, Rhopalosomatidae, Sapygidae, Scoliidae, Tiphiidae, Vespidae e Formicidae.

Foram considerados os representantes amostrados de todas as três superfamílias de Aculeata. Porém, das 30 famílias presentes no grupo (Hanson & Gauld 2006), 15 foram amostradas (ver Figura 12). Este número é significativo, considerando-se que outras seis não ocorrem na região neotropical (Hanson & Gauld 2006; Rasmussen & Asenjo 2009). Representantes de algumas famílias foram excluídos dos resultados, devido à limitação das metodologias utilizadas para o levantamento destes grupos (como a família Formicidae), por insuficiência de dados e dificuldades na identificação.

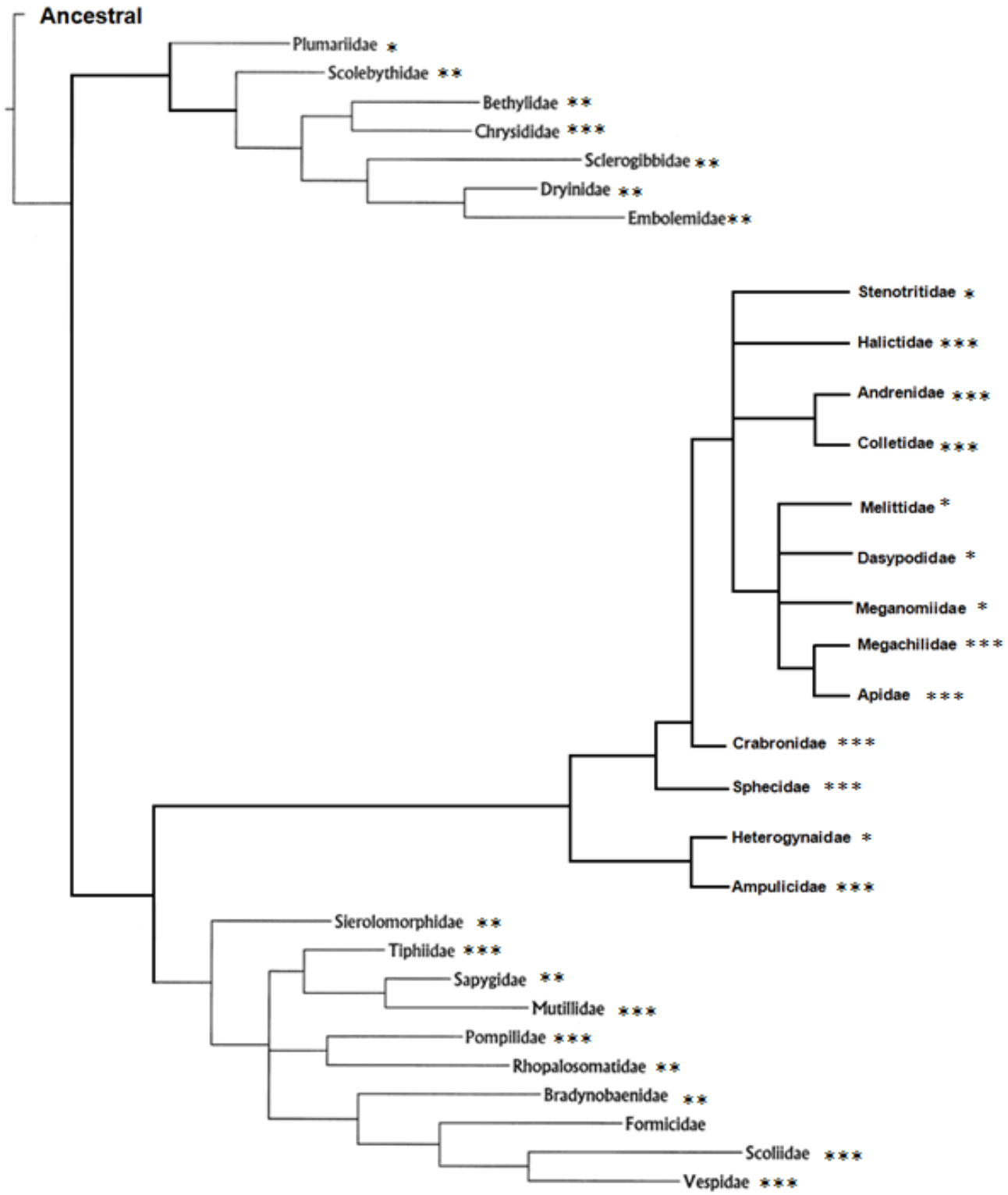

Figura 12: Cladograma hipotético, apontando os grupos amostrados das famílias de Aculeata, ressaltando a incerteza sobre a posição de (Pompilidae e Rhopalosomatidae). Adaptado de Brothers 1999, Melo 1999, Amarante 2002, Hanson & Gauld 1995). * = Família inexistente no Neotrópico. ** = Família não coletada, mas presente no Neotrópico; *** = Famílias coletadas. Formicidae foi coletada mas excluída do trabalho.

Os Aculeata coletados em todos os métodos de captura foram identificados até o menor nível taxonômico possível, a maioria das vezes até gênero. Rafael Ferrari identificou as abelhas e Rogério Lopes os Vespidae. Flávia Viana identificou os Formicidae que ocuparam os ninhos-armadilha. Os demais grupos foram identificados por mim. Mas, para alguns grupos, só foi possível identificar em nível de morfoespécies, pois nestes grupos até mesmo a relação filogenética entre as subfamílias é complicada (Shimizu 1994; Fernández & Sharkey 2006; Pitts *et al.* 2006). Segundo Oliver e Beattie (1996), morfoespécies podem ser utilizadas como substitutos das espécies em estudos sobre monitoramentos ambientais e para práticas de conservação, em especial quando as decisões práticas são orientadas por meio de estimativas de riqueza e comparação de comunidades.

Os insetos utilizados para as análises e aqueles de outros grupos taxonômicos foram depositados na Coleção Entomológica da Universidade Federal de Minas Gerais e deste modo ficam disponíveis para possíveis análises futuras e confirmações taxonômicas posteriores.

3.5 Metodologias de captura

As coletas foram realizadas entre Outubro de 2009 e Outubro de 2010, para amostrar nas estações seca e chuvosa. Partindo-se do pressuposto de que utilizar uma gama de metodologias de amostragem sempre acrescenta maior diversidade em espécies do que usar uma única metodologia, mesmo que se faça muitas replicações (Southwood & Henderson 2000; Missa *et al.* 2009), foram utilizados três tipos de armadilhamentos nas seis cotas altitudinais: ninho-armadilha, armadilha Moericke e Malaise, além da busca ativa com rede entomológica (puçá). Dentre elas, as armadilhas Malaise e Moericke (Townes 1972; Basset *et al.* 1997) estão entre as mais eficientes no monitoramento de insetos (Missa *et al.* 2009).

3.5.1 Ninhos-armadilha

Ninhos-armadilha são ferramentas importantes para avaliação ambiental e conservação (Tscharntke *et al.* 1998; Buschini 2006; Taki *et al.* 2008; Loyola & Martins 2009). São utilizados para capturar espécies de abelhas e vespas (Hymenoptera: Apidae, Sphecidae, Eumenidae, Pompilidae e Crabronidae) que nidificam em cavidades pré-existentes acima do solo (em madeira ou caule mortos), grupo que inclui cerca de 5% de todas as espécies de abelhas e vespas (Krombein 1967; Morato & Martins 2006).

Os ninhos-armadilha foram confeccionados com madeira beneficiada de Cumaru (*Dipteryx alata* Vog.), utilizada para construção de estruturas externas, por ser uma madeira muito pesada e compacta, de alta resistência ao apodrecimento e ao ataque por organismos xilófagos mesmo em condições adversas (Lorenzi 2008). Cada ninho utilizado era composto por uma peça com dimensões de 25x25x130 mm (partido ao meio para facilitar a manipulação e observação) e, no centro, um canal com 11 cm de profundidade e diâmetros variando entre 6 mm, 9 mm e 12 mm (Figura 13). Vinte destes ninhos foram reunidos, formando um bloco. Para criar cada bloco com vinte Ninhos-Armadilha, as peças com furos de diferentes diâmetros foram distribuídas aleatoriamente (9, 9 e 8 peças de cada diâmetro por bloco). O mesmo modelo já foi utilizado em estudos semelhantes (ver Morato & Campos 2000; Zanette *et al.* 2004; Loyola 2005; Morato & Martins 2006).

Em cada altitude foram instalados nove blocos (20 ninhos por feixe). Cada uma das nove unidades amostrais foi alocada a uma distância mínima de 50 m de qualquer outra, em qualquer direção, respeitando apenas a altitude média do ponto. Foram instalados 180 ninhos armadilha em cada altitude, somando 1.080 peças distribuídas no conjunto de pontos amostrais. De quinze em quinze dias, entre os dias 12 de Outubro de 2009 e 5 de Outubro de 2010, os ninhos foram inspecionados e aqueles fundados por espécies de Aculeata foram coletados e acompanhados em laboratório. Os mesmos eram substituídos por peças vazias, mantendo a mesma oferta de armadilhas durante o ano de experimento.

No laboratório os ninhos colonizados foram inseridos individualmente em sacos

de filó para impedir a fuga dos adultos e evitar entrada de possíveis parasitas. Os adultos emergidos foram montados em alfinetes entomológicos.

3.5.2 Moericke

Estas, também conhecidas como armadilhas amarela-dágua, foram confeccionadas a partir de fôrmas de alumínio de 25 cm de diâmetro pintadas de amarelo (Moericke 1951) (Figura 14). São utilizadas para levantamentos de himenópteros, como abelhas (Monsevièius 2004; Souza & Campos 2008) e vespas (García 2003; Aguiar & Santos 2010).

Nove armadilhas contendo 1 litro de solução salina e 10 gotas de detergente foram utilizadas para coletar os Aculeata em cada uma das altitudes. Elas foram dispostas diretamente sobre o solo a uma distância de 50 m entre si (semelhante à Calabuig 2000 e Santos 2008), totalizando 54 armadilhas. As armadilhas Moericke foram alocadas quinzenalmente por 48 horas (durante o monitoramento dos ninhos armadilha) durante 12 meses, totalizando 18 coletas. O esforço amostral da armadilha foi de 7776 horas por altitude, totalizando 46.656 horas-armadilha. No laboratório as amostras foram armazenadas em potes plásticos contendo álcool 70 % o os insetos de interesse para o presente trabalho foram montados em alfinetes entomológicos e identificados.

3.5.3 Malaise

Estas são de interceptação de vôo, utilizadas para captura de insetos que apresentam geotropismo negativo (Malaise 1937; Gressitt & Gressitt 1962; Townes 1962, 1972). A Malaise é construída com duas bandas de tecido de cor preta que interceptam os insetos e os conduzem através de duas bandas brancas até a parte superior, onde se encontra um pote com álcool 70°, onde os insetos coletados são retidos (Andrade-Filho *et. al*. 2008). A armadilha Malaise, pela possibilidade de exposição por períodos contínuos, mais longos, de forma autônoma (sem que haja necessidade da presença do pesquisador *in loco*) (Andrade-Filho *et. al*. 2008) (Figura 15) são comumente usadas isoladamente ou em número reduzido. Porém pouco se sabe sobre a eficiência em amostrar a comunidade de espécies com um pequeno número de armadilhas ou o tempo

necessário para deixá-las no campo (Fraser *et al.* 2008).

Apenas três armadilhas Malaise foram utilizadas, com o intuito de complementar o levantamento de espécies. Elas foram montadas apenas nos Pontos 1, 3 e 6 e ficaram armadas em campo em tempo integral de 01 de Março até 4 de Outubro de 2010, totalizando 5.232 horas por ponto amostrado. Estas foram instaladas com o pote direcionado para o norte e o álcool trocado quinzenalmente. As espécies coletadas não foram utilizadas nas análises estatísticas multivariadas, pois as mesmas não foram instaladas em algumas das cotas altitudinais.



Figura 13: Nove feixes de ninhos armadilha contendo 20 unidades foram armados em cada altitude do estudo. Foto: Lucas Perillo.



Figura 14: Armadilha de interceptação de vôo Malaise, montada no Ponto 6. Coleta constante durante o período em que ficou armada no campo. Foto: Lucas Perillo.



Figura 15: Armadilha Moericke montada no Ponto 6. Foram armadas quinzenalmente por 48 horas durante a coleta. Foto: Lucas Perillo.

3.6 Análises de solo

Foram recolhidas duas amostras de solo por altitude para análise granulométrica e textural (fração areia grossa, areia fina, silte e argila), já que a composição do solo influencia na confecção dos ninhos em espécies que utilizam barro (Morato & Martins 2006) e na matriz de vegetação (Spósito & Stehmann 2006). As análises foram realizadas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

3.7 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas a partir dos dados gerados pelo conjunto de amostras adquiridos pelas metodologias (1.080 ninhos armadilha, 54 Moerickes e 3 Malaises, além do esforço com rede entomológica). As análises estatísticas referentes ao gradiente altitudinal foram realizadas apenas com os dados das armadilhas Moericke, já que os ninhos-armadilha e a busca ativa não resultaram na coleta de um número significativo de dados, além do que as Malaise não foram alocadas em todos os pontos amostrais. Porém, o emprego destas metodologias contribuiu para acrescentar informações sobre ocorrência e distribuição de espécies no gradiente altitudinal. Ademais, as armadilhas usadas não puderam ser comparadas linearmente, já que uma armadilha Malaise, um ninho-armadilha e uma Moericke não são unidades fixas (Aguiar & Santos 2010).

Gráficos mostrando a acumulação de espécies para cada elevação foram gerados a fim de se analisar a eficiência do protocolo de coleta obtido pelas armadilhas Moericke. Calculou-se as curvas de rarefação Mao-Tau baseada em amostras, a partir da riqueza em espécies observada. Para a estimativa da riqueza de espécies das diferentes altitudes, com o intervalo de confiança de 95%, foi utilizada a técnica a partir do estimador Jackknife de 1ª ordem, indicado para este tipo de estimativa (Miller 1974; Bunge & Fitzpatrick 1993). Técnicas baseadas em procedimento “jackknife” são adequadas para espécies raras (De Marco Jr & Siqueira 2009). Foram utilizadas 100 casualizações com abundância de classes igual a 10, utilizando o Software EstimateS Versão 8.2.0 (Colwell 2009). Com a determinação dos intervalos de confiança, é possível comparar visualmente as diferenças entre os pontos amostrais. Dois pontos serão estatisticamente iguais se o limite do

intervalo de confiança de um deles alcançar o valor central da estimativa do outro. Os Índices de diversidade e abundância, como Shannon-Wiener e Simpson, apesar de serem gerados pelo mesmo programa, não foram utilizados, já que várias espécies presentes no estudo possuem o caráter de enxameamento (Winston 1987). Espécies sociais são capturadas excessivamente por algumas armadilhas que ocasionalmente são montadas próximas às colméias. Este efeito de coleta exagerada gera uma abundância anormal que não ilustra o quadro real das espécies dominantes, afetando a confiabilidade do resultado destes índices.

A análise comparativa da composição em espécies entre as altitudes foi realizada por meio do teste de ordenação não paramétrico de escalonamento multidimensional NMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling), a partir da matriz de similaridade calculada pelo coeficiente de similaridade Bray-Curtis para a abundância das espécies e o coeficiente de similaridade de Jaccard, para o cálculo da presença-ausência delas (Manly 2008). A matriz de abundância original sofreu a transformação logarítmica (log x+1), visando reduzir a influência negativa gerada pelas espécies numericamente excessivas que não são necessariamente dominantes. O *Stress* gerado pelo programa foi anotado, já que valores maiores que 0,3 são interpretados como questionáveis. Os dados foram divididos em duas estações: seca e chuvosa. Para viabilizar as análises estatísticas, foram excluídos os dados do Ponto 5 na estação seca por apresentarem muita discrepância e poucos espécimes coletados.

As análises de comparação de similaridade entre as altitudes foram realizadas utilizando-se a função ANOSIM (One-way) software PAST Version 2.06 (Hammer *et al.* 2001) permutando-se 10.000 vezes. Nestas análises foram utilizados os dados sobre a diversidade das espécies coletadas de Aculeata para comparar similaridade das assembléias entre as altitudes. Os valores de *R* foram gerados para cada associação entre altitudes e os p-valores foram corrigidos pelo método Bonferroni, utilizado para resolver problemas das comparações múltiplas (Hammer 2001). A análise de Similaridade (ANOSIM) ainda foi utilizada para comparar a similaridade entre as estações do ano.

Ainda utilizou-se o método SIMPER (percentual de similaridade) que define

quais foram as espécies que determinaram o grau de distância de similaridade entre as altitudes. Neste caso têm-se as espécies que mais contribuíram para as similaridades e dissimilaridades entre as altitudes e as estações do ano, ordenados inicialmente pelo MDS e significativamente separados pela ANOSIM (Clarke 1993). Para identificar as características de discriminação, SIMPER calcula a dissimilaridade Bray-Curtis média entre todos os pares de amostras intra-grupo (ou seja, todos os locais da altitude 1 contra todos os da altitude 2, como exemplo). Foi utilizada uma contribuição cumulativa de 80 %, como citado em outros trabalhos (Masi & Zalmon 2008).

As análises multivariadas (NMDS, ANOSIM e SIMPER), além do agrupamento dos solos similares de cada altitude foram gerados a partir do pacote estatístico “Past”: Paleontological Data Analysis. Version 2.06 (Hammer *et al.* 2001).

A normalidade de todas as variáveis analisadas neste trabalho foi testada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

4. RESULTADOS

4.1 Armadilhas

Foram coletados 2.927 espécimes distribuídos em 186 morfoespécies. Destes, 1.491 espécimes (121 morfoespécies) na estação seca e 1.436 espécimes (145 morfoespécies) na estação chuvosa. Estas estão agrupadas em 14 famílias (Tabela 3), de acordo com as classificações taxonômicas mais recentes para cada grupo (Hanson & Gauld 1995; Menke & Fernández 1996; Menke 1997; Amarante 2002; Silveira *et al.* 2002; Fernández & Sharkey 2006; Pitts *et al.* 2006). Do total de morfoespécies, 17 foram coletadas nos ninhos-armadilha (9,14 %), 125 nas Moericke (67,20 %), 105 nas Malaise (56,45 %), além de outras 10 (5,38 %) por meio da rede entomológica (veja Anexo 1).

Tabela 3: Abundância e Riqueza das famílias de Aculeata amostradas durante o ano de coleta em todos os métodos de coleta (rede entomológica (puçá), Malaise (nos Pontos 1, 3 e 6), Moericke e ninho-armadilha).

Famílias	Pontos com Altitudes Aproximadas												Abundância/ Riqueza Total	
	1 (1.000 m)		2 (1.200 m)		3 (1.400 m)		4 (1.600 m)		5 (1.800 m)		6 (2.000 m)			
Apoidea														
Andrenidae	0	0	1	1	7	4	4	3	0	0	0	0	**12**	**4**
Apidae	144	12	279	9	887	16	13	6	3	3	8	4	**1334**	**27**
Colletidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**
Halictidae	2	2	10	5	28	10	5	2	0	0	5	3	**50**	**16**
Megachilidae	19	2	18	1	8	4	1	1	0	0	0	0	**46**	**7**
Ampulicidae	0	0	27	2	54	1	37	1	0	0	0	0	**118**	**2**
Crabronidae	77	9	163	21	277	15	90	10	11	2	1	1	**619**	**27**
Sphecidae	1	1	2	1	17	3	0	0	0	0	0	0	**20**	**5**
Vespoidea														
Mutillidae	10	5	1	1	69	4	3	3	0	0	2	2	**85**	**9**
Pompilidae	94	26	30	16	95	18	10	4	0	0	25	9	**254**	**45**
Scoliidae	2	2	1	1	71	1	0	0	0	0	0	0	**74**	**3**
Tiphiidae	24	4	27	5	48	3	14	3	0	0	0	0	**113**	**7**
Vespidae	47	8	80	13	30	11	3	3	3	3	28	6	**191**	**28**
Chrysidoidea														
Chrysididae	6	3	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	**10**	**4**
Abundância/ Riqueza Total	**427**	**75**	**642**	**77**	**1592**	**91**	**180**	**36**	**17**	**8**	**69**	**25**	**2927**	**186**

Os detalhes sobre os resultados obtidos em cada metodologia virão a seguir:

4.1.1 Rede entomológica

Apenas 10 espécies foram coletadas. Apesar do pequeno esforço de coleta empregado, sete foram coletadas exclusivamente por meio desta metodologia.

4.1.2 Ninhos-armadilha

Dos 1.146 ninhos disponibilizados apenas 66 (5,8 %) foram colonizados por 17 espécies de vespas, abelhas e parasitas distribuídas em 6 famílias e 11 gêneros. Apidae foi a mais rica (três gêneros, quatro espécies), seguida de Vespidae (três gêneros, três espécies). As famílias Megachilidae e Crabronidae colonizaram ninhos com quatro e três espécies respectivamente, mas todas elas em único gênero *(Megachile* spp. e *Trypoxylon* spp.). Os Sphecidae foram representados por um indivíduo de *Penepodium.* Espécies de dois gêneros de Chrysididae parasitaram *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874. Esta espécie da família Apidae foi a mais freqüente (14 ninhos), seguida de *Monobia angulosa* Saussure, 1852 (Vespidae), com nove ninhos e *Trypoxylon* sp. 1 e *Trypoxylon* sp 7 (Crabronidae), ambas com sete ninhos colonizados (veja tabela 4 e Anexo 1).

Tabela 4: Relação de espécies de Aculeata encontradas ocupando ninhos armadilha.

Família	Morfoespécie	Nº de Ninhos Ocupados	Nascimentos
Apoidea			
Apidae	*Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874	14	53
	Centris (Heterocentris) sp.	1	3
	Mesocheira bicolor (Fabricius, 1804) (Parasita)	1	5
	Tetrapedia sp.	1	1
Megachilidae	*Megachile (Austromegachile)* sp.	4	13
	Megachile (Dactylomegachile) sp.	1	1
	Megachile (Moureapis) anthidioides Radoszkowski, 1874	5	20
	Megachile (Moureapis) sp.	1	6
Crabronidae	*Trypoxylon lactitarse* Saussure, 1867	5	10
	Trypoxylon sp. 1	7	20
	Trypoxylon sp. 7	7	14
Sphecidae	*Penepodium* sp.	2	2
Vespoidea			
Vespidae	*Ancistroceroides* sp.	1	1
	Monobia angulosa Saussure, 1852	9	9
	Stenonartonia mimica (Kohl, 1907)	1	1
Chrysidoidea			
Chrysididae	*Caenochrysis* sp. 1	2	3
	Ipsiura sp.	1	2
Total		**63**	**164**

Apesar do número pequeno de colonizações, das 17 espécies coletadas, 10 delas (59 % dos ninhos) foram coletadas exclusivamente por meio desta metodologia. Em

todas as classes de diâmetro disponibilizadas (6, 9 e 12 mm) houve construção de ninhos. Porém, a maior taxa de fundação ocorreu nas cavidades com 6 mm (Figura 16).

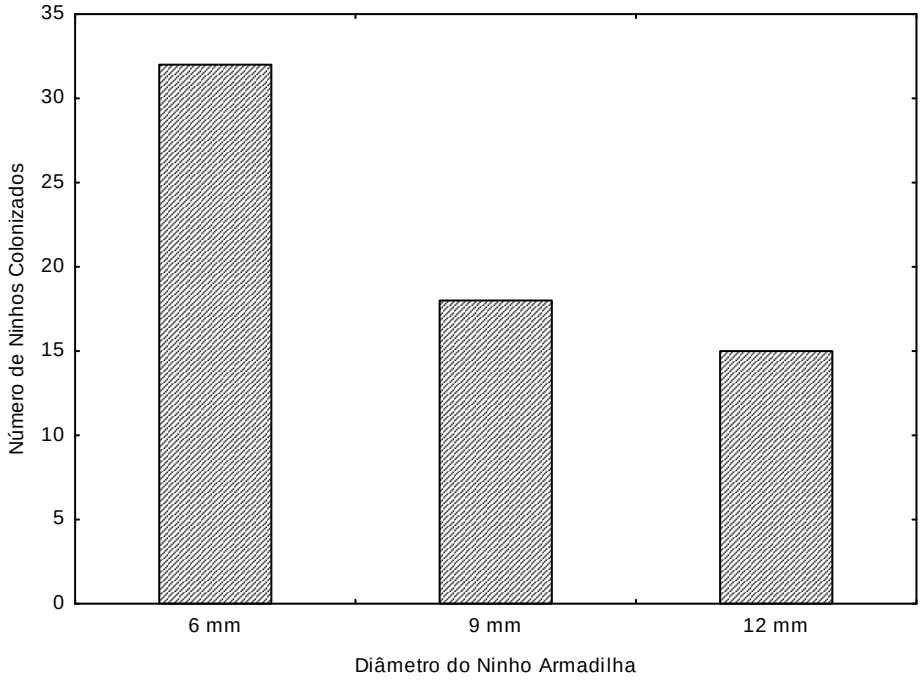

Figura 16: Total de ninhos construídos por abelhas e vespas solitárias em cada tamanho de orifício disponibilizado (6, 9 e 12 mm).

Alguns visitantes ocasionais dos ninhos-armadilha foram amostrados. Dentre eles, 11 morfoespécies de formiga, listadas como simples complemento (Tabela 5), além baratas, aranhas, lacraias, cupins e outros invertebrados, mas por serem oportunistas ocasionais não foram considerados no presente trabalho (ver Krombein 1967 e Morato 2004).

Tabela 5: Relação de espécies de Formicidae encontradas ocupando ninhos armadilha.

Formicidae
Formicinae
Camponotini
Camponotus sp. 1
Camponotus sp. 2
Camponotus sp. 3
Camponotus sp. 4
Camponotus sp. 5
Plagiolepidini
Paratrechina sp.1
Myrmicinae
Crematogastrini
Crematogaster sp. 1
Crematogaster sp. 2
Solenopsidini
Carebara cf. sp.
Dolichoderinae
Dolichoderini
Linepithema sp.
Pseudomyrmecinae
Pseudomyrmex sp.

4.1.2 Malaise

As Malaise amostraram espécies das 14 famílias envolvidas. De todas as 186 morfoespécies coletadas, 105 o foram pelas Malaise e 41 exclusivamente por ela. Famílias como Mutillidae (85 % da abundância) e Scollidae (97 %) tiveram a maioria dos indivíduos capturados por este tipo de armadilha.

4.1.3 Moericke

A Moericke foi a mais efetiva das metodologias empregadas. Por meio delas coletou-se 125 morfoespécies número que corresponde a 67 % da riqueza amostrada. Destas, 58 morfoespécies (46,40 % das coletadas por esta armadilha e 31,18 % da riqueza total) foram coletadas exclusivamente por ela, totalizando mais de 2.000 indivíduos. Armadilhas Moericke foram eficientes em capturar algumas famílias tais como Crabronidae (79 % dos espécimes) e 62 % da abundância de indivíduos de abelhas. Apenas os dados gerados por esta metodologia foram utilizados para a realização das análises de similaridade e composição em espécies entre as altitudes (veja item 4.3).

4.2 Complementaridade das metodologias

Não houve espécie alguma que tenha sido coletada por meio das quatro metodologias empregadas. Dentre as 186 morfoespécies coletadas, 114 foram exclusivas de apenas uma das armadilhas (veja Anexo 1), 67 foram capturadas por duas das armadilhas (Figura 17) e apenas a morfoespécie *Trypoxylon* sp. 7 foi coletada por meio de todos os dispositivos de coleta, exceto pela busca ativa com o puçá (Figura 18). Famílias tais como Pompilidae, Ampulicidae, Sphecidae, Chrysididae, Vespidae e Tiphiidae não foram amostradas preferencialmente por nenhum tipo de armadilha, possuindo quantidades similares coletadas por mais de uma metodologia.

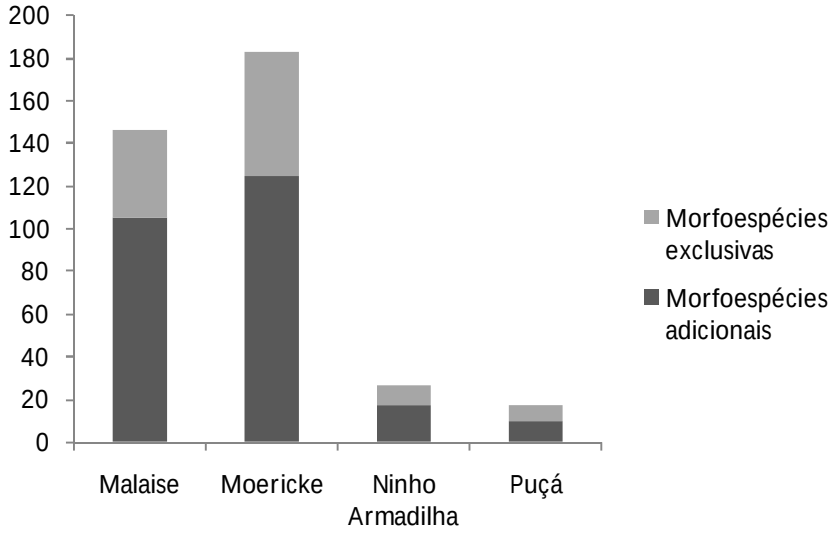

Figura 17: Comparação entre o número total de morfoespécies coletadas em cada metodologia (colunas). Morfoespécies adicionais (cinza escuro) são aquelas coletadas por mais de uma metodologia e morfoespécies exclusivas (cinza claro) são aquelas coletadas apenas por um tipo armadilha.

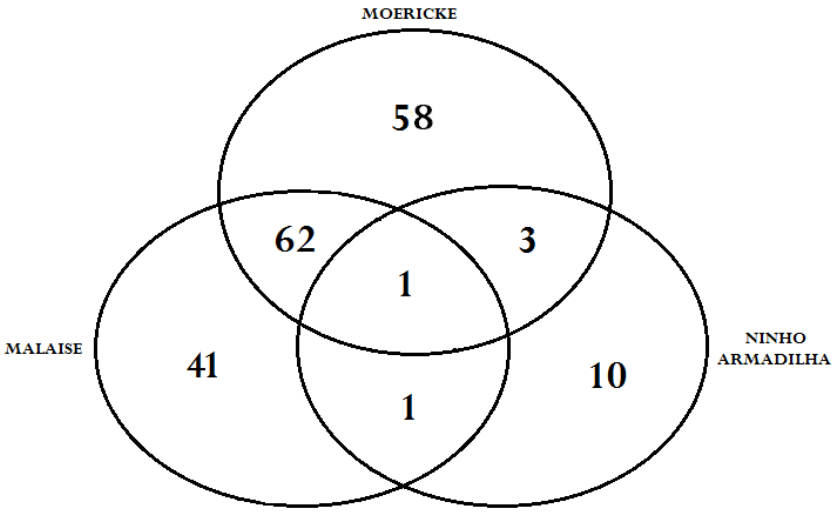

Figura 18: Diagrama de Vein ilustrando o número de morfoespécies exclusivas e compartilhadas entre os três principais métodos de amostragem. Coletas realizadas por meio de puçá não foram expressas.

4.3 Gradiente Altitudinal

A distribuição de algumas famílias de Aculeata coletadas variou em relação ao gradiente altitudinal (Figura 19).

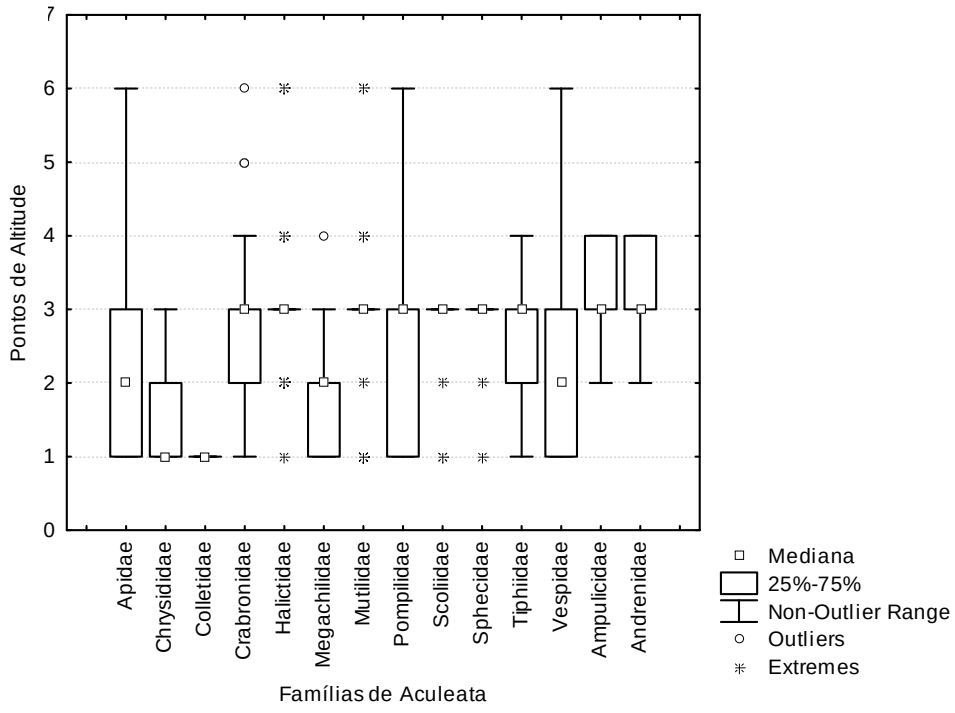

Figura 19: Padrão de distribuição altitudinal das 14 famílias coletadas ao longo da trilha para o Pico do Sol. Boxplot com medianas, quartil inferior e superior, distribuição máxima e mínima e os valores extremos de distribuição.

Famílias como Colletidae, Halictidae, Mutilidae, Scoliidae e Sphecidae tiveram medianas de distribuição nas altitudes intermediárias, enquanto para outras famílias (Apidae, Chrysididae, Colletidae, Megachilidae, Vespidae) esta distribuição foi deslocada para altitudes mais baixas. Apesar de algumas famílias terem representantes amostrados nas altitudes superiores, nenhuma delas teve seu centro de diversidade deslocados para os pontos de maior altitude. Famílias como Apidae, Pompilidae e Vespidae alcançaram uma ampla distribuição ao longo do gradiente. Já as famílias como Chrysididae, Ampulicidae e Andrenidae foram amostrada apenas em altitudes restritas (três ou menos).

Considerando todas as metodologias de coleta utilizadas, a distribuição de morfoespécies também variou com relação a altitude. Todavia, algumas delas apresentaram distribuição restrita a uma das seis altitudes (Figura 20). As únicas espécies coletadas em todas as altitudes foram *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *Trypoxylon* sp. 3.

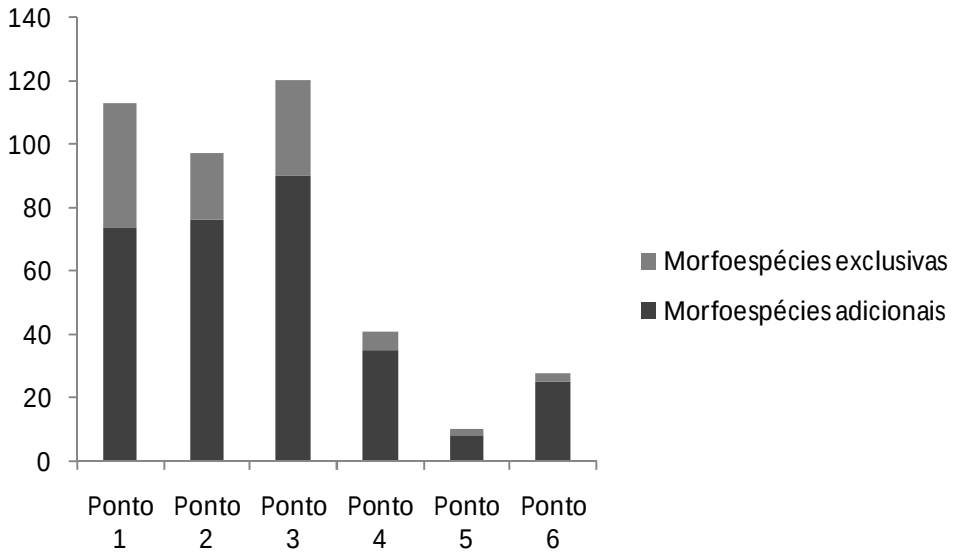

Figura 20: Distribuição das morfoespécies nos seis pontos altitudinais, incluindo os dados de Malaise, presente apenas nas altitudes 1, 3 e 6. Morfoespécies adicionais são aquelas coletadas em mais de uma altitude e morfoespécies exclusivas são aquelas coletadas apenas em uma das altitudes.

Com os dados gerados pela armadilha Moericke, uma curva de acumulação estimada de espécies, utilizando o estimador Jackknife de 1ª ordem, foi gerada para cada altitude a partir da riqueza observada (Figura 21) e na Figura 22 temos uma curva de acumulação de espécies geral com a soma de todas as altitudes (a partir das Moericke).

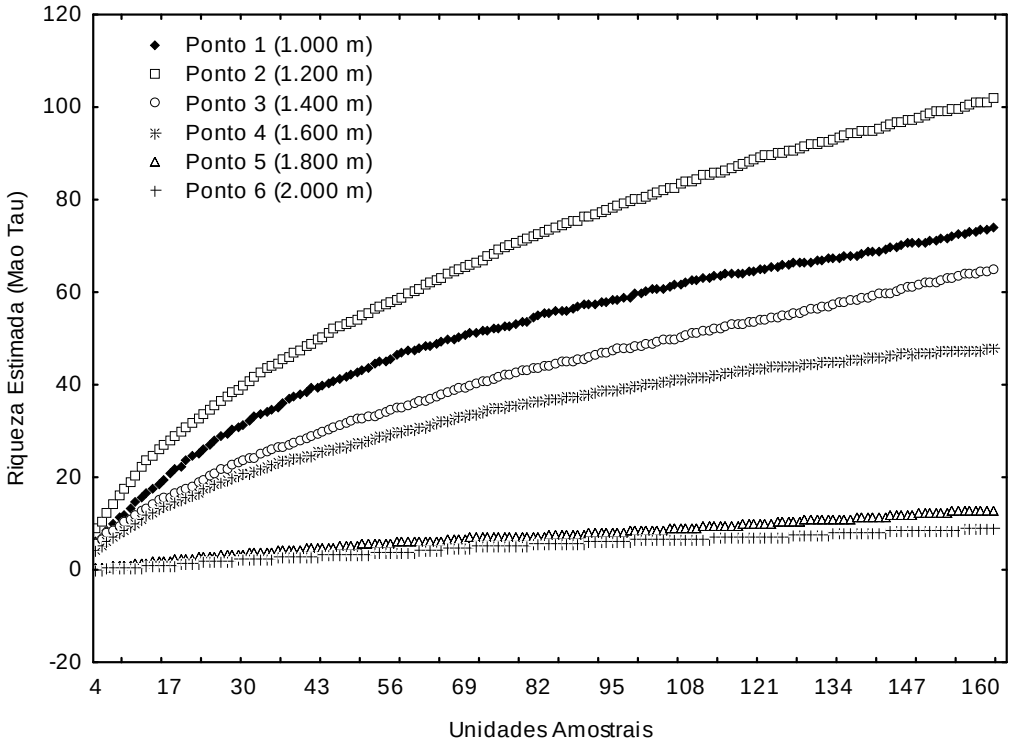

Figura 21: Curva de acumulação de espécies estimada (Mao Tau) em cada uma das altitudes adotadas (medidas aproximadas de altitude) ao longo do gradiente formado pelo Pico do Sol na RPPN Santuário do Caraça.

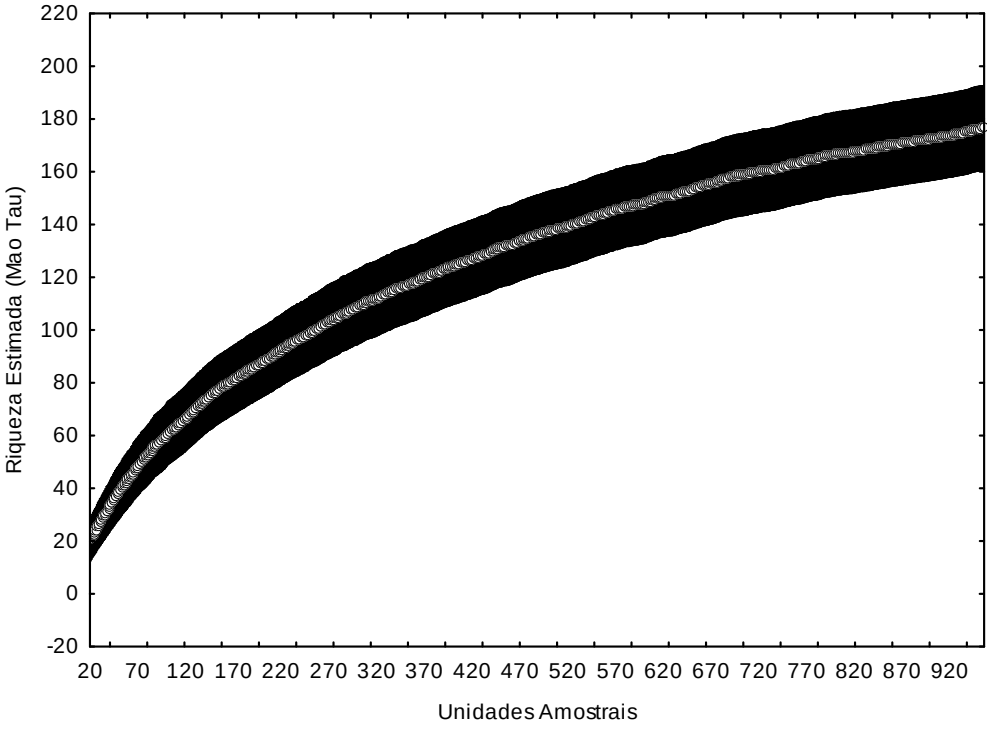

Figura 22: Curva geral de acumulação de espécies (Mao Tau) segundo o esforço amostral total gerado pelas armadilhas Moericke para a RPPN Santuário do Caraça.

Os valores da riqueza em espécies estimada a partir do estimador Jackknife de 1ª ordem, coletadas pela Moericke entre as diferentes elevações, estão expressos na Tabela 6. A partir destes valores foi gerado um gráfico que mescla as estimativas de riqueza (com intervalos de confiança associados) das seis altitudes (Figura 23). Com a comparação visual desses intervalos de confiança foi possível constatar a diferença estatística entre os pontos, exceto entre os pontos 5 e 6 nos quais o limite do intervalo de confiança de um alcança o valor central da estimativa do outro. Aparentemente, os picos de riqueza e abundância ficaram concentrados nas menores altitudes, apesar da distribuição de algumas famílias sugerir picos de riqueza e abundância em altitudes intermediárias.

Tabela 6: Valores de estimativa da riqueza de espécies a partir do estimador Jackknife de 1ª ordem, com a determinação dos intervalos de confiança (IC), das diferentes altitudes.

Altitudes	Jack 1 (Mean)	Jack 1 SD	IC
1	73.73	5.76	11.445
2	101.65	6.02	11.94649
3	62.69	5.06	10.08227
4	47.78	4.84	9.65807
5	12.45	1.57	3.498178
6	8.33	1.05	2.699111

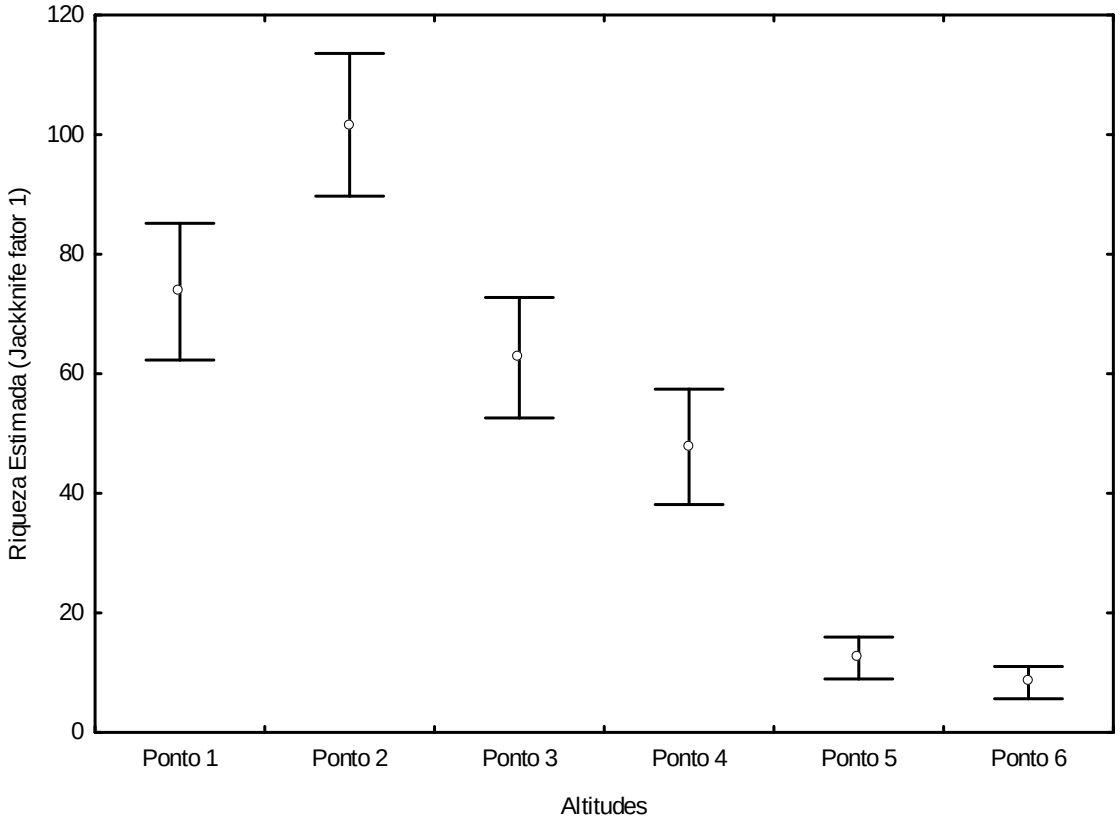

Figura 23: Comparação da riqueza estimada de espécies em cada uma das elevações utilizando o estimador Jackknife de 1ª ordem entre as diferentes elevações.

Para comparar a composição em espécies ao longo do gradiente altitudinal, foram produzidos gráficos a partir da análise multivariada NMDS. Na Figura 24 foi utilizada a abundância das espécies coletadas e na Figura 25 apenas os dados de presença-ausência. Em ambos os casos a representação indica um afastamento ordenado da similaridade entre as altitudes e as estações.

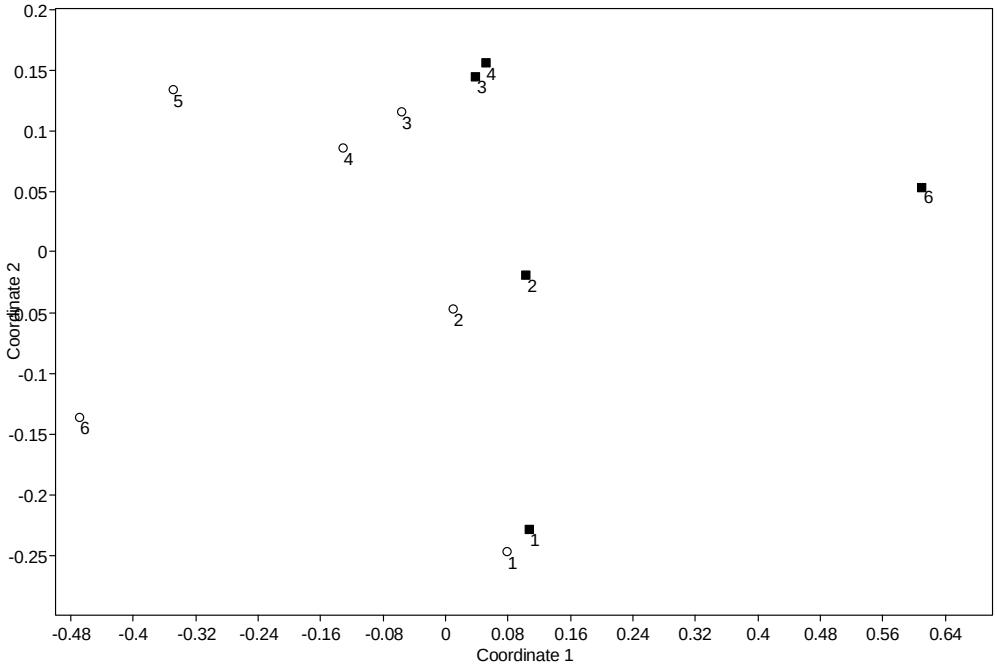

Figura 24: Projeção bidimensional da análise NMDS da comunidade de Aculeata nas diferentes altitudes, baseadas na abundância logaritmizada das espécies coletadas (utilizando o coeficiente de similaridade Bray-Curtis). Stress = 0,1516. O = Estação Chuvosa ■= Estação Seca

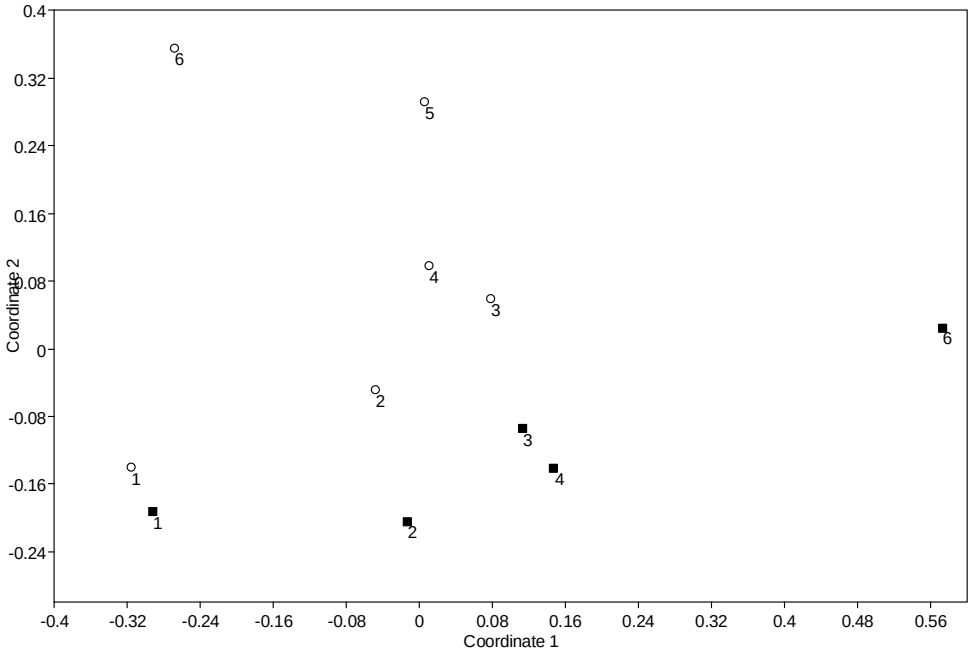

Figura 25: Projeção bidimensional da análise NMDS da comunidade de Aculeata nas diferentes altitudes, baseadas na presença/ ausência das espécies (utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard). Stress = 0,1483. O = Estação Chuvosa ■ = Estação Seca

Por meio da análise de similaridade (ANOSIM) comparou-se a abundâncias das espécies de Aculeata (Índice de Bray-Curtis: log x+1) entre os pontos distribuídos ao longo do gradiente altitudinal (Tabela 7). A composição em espécies entre altitudes é significativamente distinta (Rglobal=0,4198 p< 0,0001).

A composição em espécies nas altitudes 1 e 2 são singulares, não possuindo nenhuma relação de similaridade significativa com qualquer outra cota altitudinal (p< 0,0001). Mas a diferença entre o Ponto 3 e o Ponto 4 não foi significativa (p = 0,126); o mesmo acontece com o Ponto 4, que possui características similares ao Ponto 5 (p = 0,117); e entre o Ponto 5 e o Ponto 6 (p = 0,3045), existe similaridade em relação a distribuição de espécies. Não existe similaridade expressiva quando se compara nenhuma das outras altitudes (Tabela 7).

O mesmo teste de similaridade foi aplicado para os dados de presença ou ausência das espécies (Índice de Jaccard) e as relações de similaridade entre as altitudes foram mantidas (Rglobal=0,4208 p< 0,0001). Os valores não foram expostos devido a grande semelhança com os dados gerados pela abundância.

Tabela 7: Valores do R gerados pela Análise de Similaridade (ANOSIM) das abundâncias (log x+1) das espécies de Aculeata entre as altitudes. Similaridade apenas entre os pontos 3 e 4, 4 e 5 e 5 e 6 (*) são os resultados com p valor significante (p< 0,05).

Altitudes	1	2	3	4	5	6
1	0	0.353*	0.532*	0.5208*	0.6636*	0.6626*
2	0.353*	0	0.3104*	0.2772*	0.6751*	0.6741*
3	0.532*	0.3104*	0	0.1118	0.5847*	0.8328*
4	0.5208*	0.2772*	0.1118	0	0.2927	0.6403*
5	0.6636*	0.6751*	0.5847*	0.2927	0	0.1909
6	0.6626*	0.6741*	0.8328*	0.6403*	0.1909	0

Houve divergências na ordem de posição das espécies com maior relevância para a diferenciação das assembléias de Aculeata de cada altitude entre os resultados gerados pela abundância (log x+1) e pela ausência/ presença das espécies (Tabelas 8 e 9 respectivamente).

Tabela 8: Análise de SIMPER com as quatro espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as diferentes altitudes, utilizando a abundância logaritmizada (log x+1).

Dissimilaridade entre as altitudes (%)	1 *vs* 2	2 *vs* 3	3 *vs* 4	4 *vs* 5	5 *vs* 6
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	6,634	6,274			7,577
Liris sp. 1	6,503	8,612	11,51	7,099	
Tachysphex sp. 1	3,806				
Liris sp. 2	3,728				
Geotrigona sp.		8,007	10,71		
Trypoxylon sp. 1		6,466	5,709	13,08	22,13
Tachysphex sp. 1			5,628	11,66	
Dolichurus sp.				7,367	
Dialictus sp. 2					20,32
Trypoxylon sp. 3					9,556
Total	20,671	29,359	33,557	39,206	59,583

Tabela 9: Análise de SIMPER com as quatro espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as diferentes altitudes, utilizando os dados de presença/ ausência.

Dissimilaridade entre as altitudes (%)	1 *vs* 2	2 *vs* 3	3 *vs* 4	4 *vs* 5	5 *vs* 6
Agelaia vicina (Saussure, 1854)	3,679	3,806			
Liris sp. 1	3,414	3,524	5,480	6,915	
Tachysphex sp. 1	3,412	3,518	4,929	9,283	
Tiphiidae sp. 3	3,375				
Trypoxylon sp. 1		5,743	3,719	10,41	20,730
Geotrigona sp.			4,826		
Pison (pison) sp. 1				4,955	
Dialictus sp. 2					20,9
Trypoxylon sp. 3					9,792
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)					7,813
Total	13,880	16,591	18,954	21,153	38,335

Cada altitude teve sua relação de similaridade medida e comparada com a da elevação imediatamente próxima, obtidos através do log x+1 da abundância. A contribuição de cada espécie para similaridade destas altitudes é pequena, sendo necessárias 39 espécies para chegar a 80% de dissimilaridade cumulativa. A situação entre os Pontos 2 e 3 é similar. São necessárias 27 espécies para chegar à mesma porcentagem. Entre os Pontos 3 e 4, 17 espécies. Entre os Pontos 4 e 5, 15 espécies. E

entre os Pontos 5 e 6 apenas 8 espécies geram os 80 % de dissimilaridade. Os resultados para chegar aos 80% de dissimilaridade cumulativa entre as altitudes utilizando a presença e a ausência de espécies apresentaram pequenas divergências se comparados com aqueles obtidos pela abundância. Estas estão expressas na Tabela 10.

Tabela 10: Diferença no número de espécies necessárias para atingir os 80% de dissimilaridade entre as altitudes, utilizando dados de abundância (log x+1) e presença/ ausência de espécies.

Altitude vs Altitude	Abundância de espécies	Presença/ Ausência de espécies
1 vs 2	39	45
2 vs 3	27	39
3 vs 4	17	26
4 vs 5	15	13
5 vs 6	8	8

Novamente, foi realizado um ANOSIM comparando a similaridade entre as estações do ano. Houve diferença significativa entre as estações seca e chuvosa (R= 0,1229, p< 0,0001 para Bray-Curtis da abundância logaritmizada e R= 0,1145, p< 0,0001 para o Índice de Jaccard). Em seguida, a partir do SIMPER, foram listadas as cinco espécies mais importantes para a dissimilaridade das estações, a partir dos dados de abundância e presença/ ausência (Tabelas 11 e 12 respectivamente).

Tabela 11: Análise de SIMPER com as cinco espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as estações do ano, utilizando a abundância logaritmizada (log x+1).

Dissimilaridade entre as Estações do ano (%)	Seca *vs* Chuvosa (Bray-Curtis)
Liris sp. 1	9,901
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	6,475
Trypoxylon sp. 1	5,666
Tachysphex sp. 1	5,238
Dolichurus sp.	4,923
Total	32,203

Tabela 12: Análise de SIMPER com as cinco espécies que contribuíram mais para a dissimilaridade entre as estações do ano, utilizando os dados de presença/ ausência.

Dissimilaridade entre as Estações do ano (%)	Seca *vs* Chuvosa (Jaccard)
Liris sp. 1	5,404
Trypoxylon sp. 1	5,032
Tachysphex sp. 1	4,418
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	4,075
Dolichurus sp.	3,412
Total	22,341

Para atingir os 80% de dissimilaridade cumulativa entre as estações, foram necessárias 39 espécies utilizando dados de abundância e 48 espécies se os dados de presença e ausência forem utilizados.

4.4 Análises de Solo

Apenas no ponto de menor altitude o solo foi considerado argiloso. Nas demais altitudes o solo apresentou textura arenosa (Tabela 13). Os solos foram comparados e agrupados segundo as quantidades de argila, silte e areia (Figura 26).

Tabela 13: Classe granulométrica e textural das duas amostras de solos coletadas por altitude.

Pontos	**Areia Grossa**	**Areia Fina**	**Silte**	**Argila**	**Classe textural**
			dag/kg		
1	9	16	33	42	Argila
	8	12	37	43	Argila
2	26	45	15	14	Franco-Arenosa
	22	47	16	15	Franco-Arenosa
3	33	46	11	10	Franco-Arenosa
	39	48	10	3	Areia
4	24	53	8	15	Franco-Arenosa
	41	46	5	8	Areia-Franca
5	43	42	5	10	Areia-Franca
	40	50	5	5	Areia
6	41	41	7	11	Areia-Franca
	40	39	9	12	Franco-Arenosa

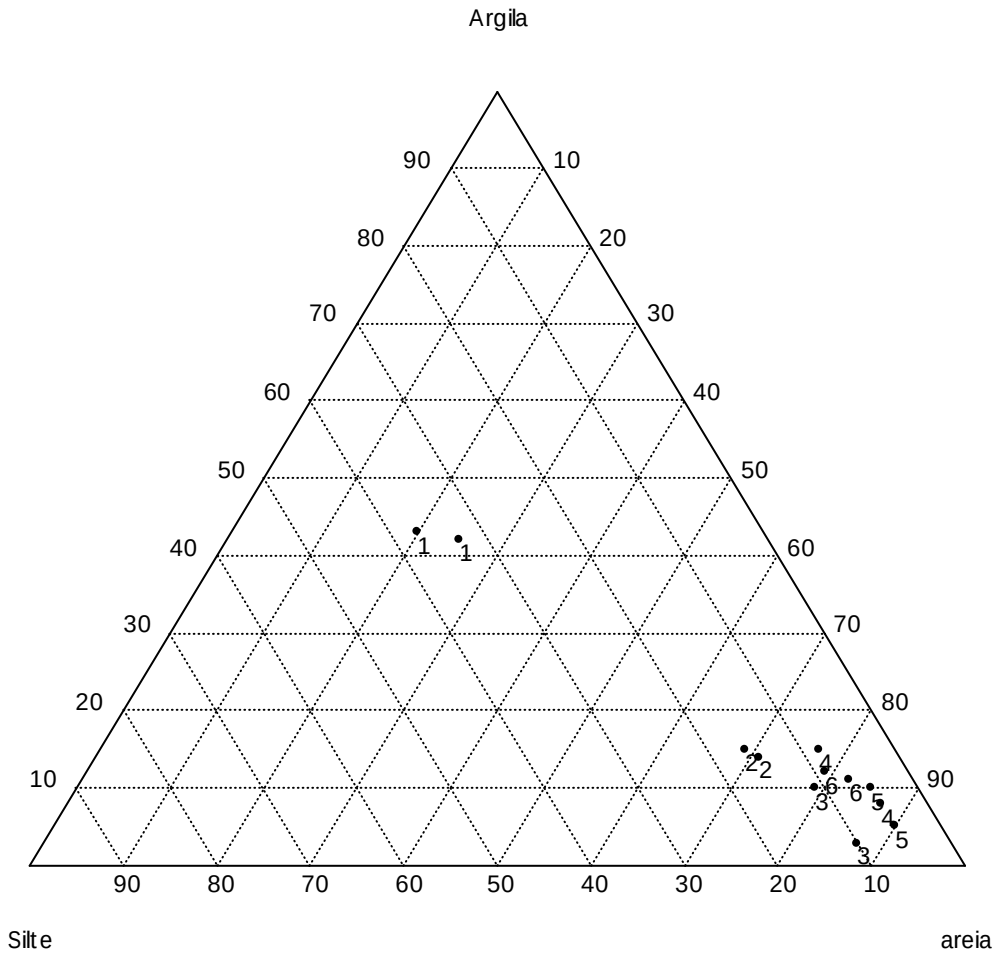

Figura 26: Agrupamento das amostras de solo das seis altitudes baseado na Análise Granulométrica.

5. DISCUSSÃO

5.1 Armadilhas

O tempo destinado à busca ativa em campo por meio da rede entomológica foi insuficiente, tornando impossível qualquer associação entre este tipo de metodologia e a altitude. Esta insuficiência de esforço pode ter afetado a diversidade amostrada de alguns grupos específicos, que normalmente são deficientemente coletados em metodologias de coleta passiva. Estudos de diversidade de Vespidae, como exemplo, apontam a metodologia de coleta ativa com rede entomológica e atrativos como a mais eficiente no levantamento de espécies (Gomes & Noll 2009; Noll & Gomes 2009).

A taxa de colonização dos Ninhos-armadilha foi menor do que outros estudos já realizados, apesar de nenhum deles ter sido realizado em ambientes altomontanos. Zanette e colaboradores (2004) encontraram 172 ninhos fundados (de 2.400) somente pela espécie *Auplopus militaris* Lynch-Arribalzaga, 1873 (Pompilidae); Silva (2008) coletou 331 ninhos e 12 espécies em dois anos; Taki e colaboradores encontraram 612 ninhos e 12 espécies dos 1.728 disponibilizados (2008); Santoni e colaboradores (2009) estudaram três áreas diferentes e houve uma colonização de 5%, 6% e 12% dos ninhos nas mesmas. Em estudo de Loyola e Martins (2006), a colonização chegou a 36 % dos ninhos em um único mês.

O fato de apenas um pequeno número de espécies ter utilizado os ninhos armadilha pode estar associados a abundância reduzida de substratos adequados para nidificação na área estudada, como foi observado por Viana e colaboradores (2001) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. Apesar de não observado no presente trabalho, autores sugerem que o aumento da oferta de cavidades ocasionado pela inclusão de ninhos armadilha em locais desprovidos deste recurso possa induzir um aumento na taxa de nidificação dos mesmos. Estudos em eucaliptais sugerem que a taxa de colonização dos ninhos armadilha é maior em locais onde há baixa disponibilidade de sítios naturais de nidificação (Freitas 2008). Coville e Coville (1980) ainda ressaltam o fato de que a ocupação de orifícios naturais é realizada ao acaso, uma maior disponibilidade de substratos naturais para nidificação pode diminuir a ocupação dos ninhos-armadilha. Vale

ainda ressaltar que tal metodologia é específica para insetos que nidificam em cavidades pré-existentes, deste modo excluindo as espécies escavadoras (Martins 1991).

Dentre os Vespidae, apenas exemplares Eumeninae (solitários) colonizam os ninhos-armadilha, reforçando a necessidade da utilização de diferentes metodologias para amostrar espécies desta família. O Eumeninae *Stenonartonia mimica* (Kohl, 1907), nascido de um ninho armadilha no Ponto 1, é um novo registro para o estado de Minas Gerais (Barrett 2010; Rogério Lopes: comunicação pessoal 2011).

O maior número de colonizações ocorreu nas cavidades com 6 mm de diâmetro. A preferência na escolha do diâmetro da cavidade para construção do ninho relaciona-se ao tamanho corporal, como nos estudos realizados com *Centris* (Garófalo *et al.* 1989, Mendes & Rêgo 2007). A arquitetura dos ninhos ainda depende do espaço disponível na cavidade (Jesus & Garofalo 2000). Algumas espécies envolvidas, como as de *Trypoxylon*, que foi o segundo gênero mais abundante na fundação de ninhos, utilizam buracos pequenos (Santoni *et al.* 2009).

Alguns colonizadores ocasionais, tais como os cupins e as formigas, ao ocupar alguns ninhos, diminuem a sua disponibilidade para os Aculeta que os utilizam. Mas, em compensação, os ninhos-armadilha podem ser também utilizados para gerar novas informações sobre estes grupos de visitantes ocasionais (Álvares *et al.* 2005).

Não houve ninho algum fundado na altitude máxima. No entanto, *Trypoxylon* sp. 1 nidificou no Ponto 5. Tal gênero é o mais rico entre os Crabronidae e apresenta ampla distribuição geográfica. Além disto, tem grande sucesso em colonizar cavidades pré-existentes (Krombein 1967; Peruquetti & Del Lama 2003; Santoni *et al.* 2009). Novamente, características do solo e a carência de outros recursos para nidificação podem ter afetado a colonização em maiores altitudes.

É importante ressaltar que o habitat é definido como todos os recursos que indivíduos de uma espécie necessitam para sobreviver e reproduzir (Maes *et al.* 2006). A falta de recursos específicos necessários para que a nidificação se concretize, não constitui impedimento para a ocorrência de espécies forrageando a procura de outros recursos (Taki *et al.* 2008; Loyola & Martins 2009). Tal fato pôde ser observado, já que

outras metodologias coletaram nas altitudes mais elevadas espécies que nidificam exclusivamente em cavidades pré-existentes, tal como a *Centris (Xanthemisia) bicolor* (Silveira *et al.* 2002). Mas a inexistência de recursos para nidificação pode afetar espécies que não se deslocam a grandes distâncias, a partir do ninho, para forragear (Martins 1991), diminuindo a diversidade em espécies nestes ambientes.

Quanto a metodologia de armadilha Malaise, apesar de ter sido implementada apenas em três pontos com altitudes diferentes, sua importância como esforço amostral complementar foi visível. A simples adição de poucas armadilhas tipo Malaise já é considerada valiosa para a aquisição de dados complementares (Fraser *et al.* 2008; Missa *et al.* 2009). Algumas famílias, como Mutillidae e Scollidae foram coletadas essencialmente por esta metodologia. Tal resultado corrobora os resultados de Missa e colaboradores (2009), que sugerem ser as Malaise as mais indicadas para a captura de Scoliidae. Porém, os resultados do presente trabalho não corroboram a afirmação dos mesmos autores de que a armadilha Moericke é a mais indicada para coleta de Mutillidae. A maioria dos exemplares de Mutillidae coletados nas Malaise foi de machos alados e o resultado para o levantamento de fêmeas ápteras provavelmente seja melhor por meio de ninhos-armadilha e armadilhas pitfall.

A falta de réplicas e de alocação de Malaise em todas as altitudes impossibilitou a sua inclusão nas análises estatísticas referentes a riqueza e a similaridade entre as altitudes, mas gerou dados sobre eficiência e complementaridade das armadilhas.

As Moericke foram eficientes em capturar Crabronidae, o que também foi constatado por Missa e colaboradores (2009). O mesmo ocorre para a captura de abelhas (Souza & Campos 2008). A importância das Moericke foi imensa no trabalho de García com Hymenoptera de ambientes montanos da Venezuela (2003). Neste estudo, estas armadilhas foram responsáveis pela coleta de 76 % das espécies amostradas. De modo semelhante, o emprego desta metodologia foi o maior responsável pela coleta de espécimes em estudo realizado por Wells e Deckers (2006) com Hymenoptera.

Fraser e colaboradores (2008) salientaram a importância da replicação de armadilhas, afirmando que uma redução no número de réplicas diminui a eficiência de

coleta. Mas a utilização de diferentes tipos complementares de metodologia ainda é mais importante do que a replicação (Southwood & Henderson 2000; Missa *et al.* 2009). Os resultados do presente trabalho tornaram evidente a importância da complementaridade das armadilhas, como vários outros estudos já apontaram (Ryder Wilkie 2007; Missa *et al.* 2009; Aguiar & Santos 2010).

Foram necessárias de 2,3 a 8,1 armadilhas Moericke para coletar a mesma porcentagem de espécies de Cryptini (Hymenoptera: Ichneumonidae) coletada em uma única Malaise (Aguiar e Santos 2010). Estes autores ainda notaram que as Malaise são melhores para captura de machos e as Moericke para captura de fêmeas. Bartholomew e Prowell (2005) sugerem que armadilhas Moericke são 10 vezes mais eficientes do que as Malaise para a captura em número de indivíduos de abelhas *stricto sensu*.

A coleta de espécies exclusivamente por uma das metodologias utilizadas foi comparativamente excessiva. Tal taxa de exclusividade deve diminuir com a ampliação do esforço amostral. Em contrapartida, família alguma foi coletada exclusivamente por um tipo de armadilha. A análise em nível de famílias é recomendada por questões de viabilidade e economia e podem ser extremamente úteis para distinguir variações na diversidade entre ambientes (Fontenelle 2007).

5.2 Gradiente Altitudinal:

A maioria das famílias foi mais rica e diversa em altitudes mais baixas, padrão observado em vários outros estudos. Mani realizou um trabalho sem precedentes com vários grupos taxonômicos no noroeste do Himalaia (Mani 1962, 1973). Wolda, em 1987, fez o mesmo no Panamá e chegou ao mesmo resultado. Estudos na Cadeia do Espinhaço são restritos a formigas, insetos galhadores e alguns herbívoros (Fernandes & Price 1988; Ribeiro *et al.* 1992; Araújo & Fernandes 2003) e autores encontraram o mesmo em trabalhos com hymenoptera (Neff & Simpson 1993; Kumar *et al.* 2009).

Os dados do presente trabalho apresentaram uma variação inversa contínua, monotônica, em relação a altitude. Wolda (1987) também encontrou uma redução significativa e gradual da riqueza em espécies de vários grupos de insetos ao longo de um

gradiente altitudinal. Entretanto, a altitude não afetou apenas a riqueza, mas também a composição das comunidades, fato este também observado por outros autores (Whittaker 1952; Hodkinson 2005). Os resultados de Santos (2008) sugerem que a distribuição de Vespoidea solitários está estruturada em um *continuum* e que existe variação significativa na composição faunística ao longo do gradiente altitudinal formado no Parque Estadual da Serra do Mar (São Paulo). O mesmo autor encontrou picos intermediários para algumas famílias específicas (e.g. Tiphiidae) e o aparecimento desde resultado também é factível para o presente trabalho (como sugere Figura 19), desde que as análises sejam executadas separadamente para cada táxon de Aculeata. Provavelmente o fator altitude só foi determinante na exclusão de famílias e diversidade de espécies acima do Ponto 4 (1.600 m).

As únicas espécies presentes em todas as altitudes foram *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 e *Trypoxylon* sp. 3. O histórico de invasão desta espécie de abelha exótica pode explicar sua extensa distribuição, inclusive altitudinal (veja Silveira *et al.* 2002). Já as vespas do gênero *Trypoxylon* apresentam comportamento de nidificação em uma ampla variedade de habitats naturais (Medler 1967) e têm ampla distribuição, sobretudo no Novo Mundo (Antropov 2002). O aumento do esforço amostral provavelmente diminuiria a taxa de espécies encontradas exclusivamente em uma altitude e mais outras espécies seriam encontradas distribuídas em todo gradiente. Todavia, o número de espécies exclusivas de uma só altitude encontradas no presente estudo não exprime a realidade, pois apenas nos pontos 1, 3 e 6 as amostras advindas das armadilhas Malaise foram incluídas.

A curva de acumulação de espécies foi diferente entre as altitudes. Nas mais baixas, o esforço de coleta foi considerado satisfatório para o levantamento das espécies. Apesar da semelhança do esforço amostral de Moericke em todas as altitudes, é necessário um montante maior de armadilhas nas áreas mais elevadas para atingir a eficiência alcançada nas baixas altitudes. Isto porque a abundância das espécies em ambientes altomontanos é notavelmente menor (ver Wolda 1987), diminuindo as chances de captura por meio de armadilhas passivas.

Quanto à comparação da riqueza entre as altitudes baseada em Jackknife de 1ª ordem, apenas entre as altitudes 5 e 6 o limite do intervalo de confiança de uma alcançou o valor central da estimativa da outra altitude, sugerindo igualdade entre as áreas apenas neste caso. Estes pontos são muito similares tanto na paisagem quanto na composição em espécies vegetais. Todas as demais altitudes tiveram riquezas distintas. A maior riqueza presente na segunda altitude pode ser explicada pela heterogeneidade ambiental presente neste ponto.

A interpretação do NMDS indica um afastamento ordenado da similaridade entre as altitudes, sobretudo na estação chuvosa. Cada altitude parece ter sua comunidade específica, apesar dos pontos mais próximos, tanto geograficamente quanto relacionados às características fitofisionômicas, serem mais similares. Tal resultado ilustra um ambiente que possui uma grande diversidade beta, no qual existe um número elevado de espécies do *pool* regional que teoricamente pode colonizar as áreas das diferentes altitudes (Begon *et al.* 2007).

A estação do ano e a altitude são fatores importantes na determinação da comunidade de Aculeata na Serra do Caraça. No primeiro gráfico do NMDS utilizando a abundância através do índice de Bray-Curtis (Figura 24), a Coordenada 1, correspondente ao eixo ¨x¨, diferencia as estações do ano. Esta representação indica que cada estação tem características particulares que geram diferenças em relação a composição em espécies. A Coordenada 2, correspondente ao eixo ¨y¨, representa a diversidade relacionada ao gradiente altitudinal. Cada altitude tem uma assembléia característica de Aculeata. Note que os pontos de altitudes similares são correspondentes entre as estações. O gráfico utilizando a presença e ausência de espécies (Jaccard) (Figura 25), também gerou resultado semelhante, mas com a interpretação das coordenadas invertida dos eixos.

Tal análise ainda sugere uma divisão em composição das morfoespécies entre as estações. Existe uma assembléia predominante em cada estação, fato muito comum para invertebrados. A sazonalidade ainda determina quando a abundância de adultos é maior (Gaasch *et al.* 1998). Neves e colaboradores (2010) encontraram diferenças entre as comunidades de coleópteros entre as duas estações em Matas Secas do norte de Minas

Gerais, sugerindo que a falta de água e a diminuição da quantidade de insetos como recurso alimentar são os principais motivos para a redução em riqueza e abundância na estação seca. Adaptações dos insetos tal como diapausa e dormência no inverno, mudança da razão sexual, migração e polifenismo interferem nesta distribuição estacional (Martins & Barbeitos 2000; Mendes & Rego 2007; Triplehorn & Johnson 2011).

A singularidade das assembléias de Aculeata apontada pelo ANOSIM dos Pontos 1 e 2 se deve principalmente às suas características fitofisionômicas. O ponto 1, além de ser o ponto mais baixo, é o local que apresenta maior particularidade fitofisionômica, causada pela grande cobertura vegetal e biomassa proporcionada pela mata. O Ponto 2 também não apresenta similaridade com nenhum outro. Fatores como heterogeneidade vegetal e de habitat (presença de um corpo d'água, diferentes fitofisionomias) podem ter influenciado nestas singularidades. A heterogeneidade espacial do habitat é um dos principais fatores que afeta a diversidade de espécies (Hatley & Macmahon 1980; Barreto 1999; Borges *et al.* 2011). A proximidade entre as altitudes 3 e 4 e entre 4 e 5 favoreceram a similaridade entre elas. Os pontos mais altos (5 e 6) foram semelhantes, mas ambos apresentaram pouca diversidade. A altitude pode ter influenciado na modificação da vegetação, interferindo em outros fatores já discutidos (Givnish 1999; Jones et al. 2003; Borges *et al.* 2011).

A definição das espécies dominantes por meio do percentual de similaridade gera dados importantes sobre as assembléias locais. Mas a interpretação dos dados deve ser utilizada com cautela. Se a abundância bruta fosse utilizada no SIMPER, as espécies *Geotrigona* sp. e *Liris* sp. 1 seriam, por exemplo, responsáveis para determinar a diferença entre os pontos 3 e 4, com 20% de contribuição para cada. O problema é que a abundância encontrada de *Geotrigona* sp. é "artificial". Algumas amostras coletam um número desproporcional de indivíduos graças a proximidade de colônias ou eventuais enxameamentos (Winston 1987; Villa 2004). Esta abundância não exprime a realidade das espécies dominantes. Quando se utiliza apenas a ausência e presença da espécie nas amostras, sua importância para definir a composição da assembléia diminui. Por outro lado, a importância de *Liris* sp. 1 é mantida quando se utiliza qualquer variável. *Liris* sp. 1 é a morfoespécie mais distribuída nas amostras, presente em 12 delas do Ponto 3 e em 9

do Ponto 4. *Liris* é o melhor gênero para definir a dissimilaridade entre a maioria das altitudes. Sua distribuição provavelmente foi mais abundante porque nidifica em solos de vários tipos, que vão desde areia pura a franco argilosa, e ainda conseguem nidificar em ninhos com 3,3 cm de profundidade e 4-5 mm de diâmetro (Bohart & Menke 1976). Isso possibilida a confecção de ninhos mesmo em áreas com solos rasos e pouco argilosos (Krombein & Gingras 1984), além da forma imatura se alimentar de insetos da família Gryllidae, presa comum em altitudes elevadas (Gontijo *et al.* 2005).

Apesar das restrições apontadas, a utilização da abundância de espécies gera informações importantes sobre a estrutura da comunidade.

A umidade tende a aumentar com a diminuição da temperatura, fenômenos comuns em ambientes altomontanos (Mani 1962; Weisser & Hassell 1997). Estes afetam a atividade de vôo de insetos. Kleinert-Giovannini (1982) constatou que temperaturas inferiores a 15º C e umidades relativas superiores a 80 % impossibilitam atividade de vôo de *Plebeia emerina* Friese (Apidae: Meliponinae). Estudos desta magnitude com outros grupos gerariam informações importantes sobre a distribuição potencial em ambientes adversos, como os altomontanos.

Variáveis tais como heterogeneidade de circunferências de tronco, abundância de madeira e altura dos arbustos são preditores eficazes da riqueza e abundância de abelhas e vespas solitária. Além da presença de recursos alimentares e cavidades pré-existente, outros recursos (como estrutura do solo) também podem ser importante para o sucesso de nidificação (Morato & Martins 2006; Loyola & Martins 2008).

Para a confecção da maioria dos ninhos de vespas expostos, a matéria prima utilizada é o barro (Zanette *et al.* 2004). Isto limita a fundação de ninhos de várias espécies em locais arenosos. Além destas limitações, diferentes tipos de solo exercem influência determinante na composição das assembléias vegetais presentes (Oliveira-Filho *et al.* 2001; Botrel *et al.* 2002). A vegetação no entorno das armadilhas influencia as assembléias de insetos presente. Variáveis como diversidade e densidade de plantas, porcentagem de cobertura do dossel e cobertura do solo afetam a diversidade de invertebrados (Fraser *et al.* 2008). O tipo de espécie vegetal parece não ser o principal

fator na escolha da planta para nidificação em um determinado local (Morato & Martins 2006; Loyola & Martins 2009). Estes estudos sugerem que a estrutura vegetacional é ainda mais importante do que a composição florística para a ocorrência de espécies.

O solo do ponto 1, de altitude mais baixa, é o único argiloso. Tal característica garantiu a formação de uma vasta Floresta Estacionária Semidecídua (Spósito & Stehmann 2006) que influenciou as assembléias de invertebrados que ali vive. O fato do Ponto 2 ter sido enquadrado como solo arenoso remete a existência de grandes afloramentos quartzíticos, nos quais as armadilhas foram instaladas. Apesar disso, a matriz vegetal é composta de espécies arbóreas (Viveros 2010). Com as altitudes mais elevadas, a presença de argila e silte no solo se tornaram cada vez mais raras, dificultando a nidificação de espécies que utilizam esta matéria prima para a confecção de ninhos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada grupo taxonômico tem seu método de captura mais efetivo e estudos que apontem a eficiência de cada um destes aperfeiçoam o levantamento de dados. Segundo os resultados encontrados neste trabalho, a utilização de armadilhas Moericke é a mais indicada para o levantamento de espécies de Aculeata em ambientes de altitude elevada. Mas a complementaridade das armadilhas se tornou evidente.

A dificuldade em se determinar qual variável afetada pela altitude é responsável pelos resultados obtidos é um desafio. Há divergências entre os resultados encontrados sobre distribuição altitudinal de insetos, sobretudo em estudos realizados no Brasil, que se concentram na Cadeia do Espinhaço e na Serra do Mar onde altitudes superiores a 1.800 metros são raras.

O local de estudo é uma região bem conservada, por isso o descobrimento de novas espécies e espécies raras deve ser esperado. Mas a falta de taxonomistas-expert nos grupos abordados limita as análises conclusivas sobre a diversidade real.

O período de coleta foi insuficiente para abranger toda a área da RPPN e dificuldades de transporte e logística tornaram difícil a alocação de réplicas em outros gradientes altitudinais.

Contudo, espera-se que o presente trabalho tenha elucidado a importância da variação altitudinal na composição em espécies e outras questões sobre a diversidade de Aculeata na região, e que sirva de incentivo e base para outros estudos semelhantes e de longa duração das áreas altomontanas do Brasil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A. P. & Santos, B. F. 2010. Discovery of potent, unsuspected sampling disparities for Malaise and Möricke traps, as shown for Neotropical Cryptini (Hymenoptera, Ichneumonidae). J. Insect Conserv. 14: 199–206.

Almeida Abreu, P. A. 1995. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais). O Rifte, a Bacia e o Orógeno. Geonomos 3(1): 1-18.

Álvares, E. S. S.; Loyola, R. D. & De Maria, M. 2005. A new species of the spider genus *Aculepeira* Chamberlin & Ivie (Araneae: Araneidae) found in nests of *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure (Hymenoptera: Sphecidae) from Minas Gerais, Brazil. Lundiana 6 (supplement): 55-57.

Amarante, S. T. P. 2002. A synonymic catalog of the Neotropical Crabronidae and Sphecidae (Hymenoptera: Apoidea). Arquivos de Zoologia 37 (1): 1-139.

Andrade-Filho, J. D.; Oliveira, R. C. & Fonseca, A. R. 2008. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) Coletados com Armadilha Malaise no Centro-Oeste de Minas Gerais. Neotropical Entomology 37 (1): 104-106.

Antropov, A. V. 2002. On the occurrence of *Trypoxylon attenuatum* F. Smith, 1951. (Hymenoptera: Crabronidae: Trypoxylini) in North America. Russian Entomol. J. 11 (4): 437–439.

Antunes, F. Z. 1986. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário 138: 9-13.

Araújo, L. M. & Fernandes, G. W. 2003. Altitudinal patterns in a tropical ant assemblage and variation in species richness between habitats. Lundiana 4(2): 103-109.

Azevedo, A. A.; Silveira, F. A. Aguiar, C. M. L. & Pereira, V. S. 2008. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. Megadiversidade 4 (1-2) 154-181.

Baêta, D. & Silva, D. H. 2009. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Physalaemus erythros* Caramaschi, Feio and Guimarães-Neto, 2003: Distribution extension. Check List 5(4): 812–814.

Barreto, C. C. 1999. Heterogeneidade espacial do habitat e diversidade específica: implicações ecológicas e métodos de mensuração. Oecol. Bras. 7 (1) 121-153.

Barrett, B. R. G. 2010. Revisão sistemática do gênero *Stenonartonia* Giordani Soika (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae). Dissertação de Mestrado. Área de Entomologia. Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

Bartholomew, C. S. & Prowell, D. 2005. Pan Compared to Malaise Trapping for Bees (Hymenoptera: Apoidea) in a Longleaf Pine Savanna. Journal of the Kansas Entomological Society 78(4): 390-392.

Basset, Y.; Aberlenc, H-P.; Springate N. D. & Delvare, G. 1997. A review of methods for collecting arthropods in tree canopies. In: Stork NE, Adis JA, Didham RK (eds) Canopy arthropods. Chapman and Hall, London, pp 27–52.

Basset, Y.; Charles, E.; Hammond, D. S. & Brown, V. K. 2001. Short-term effects of canopy openness on insect herbivores in a rain forest in Guyana. J Appl Ecol 38:1045–1058.

Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2007. Ecologia: de Indivíduos a Ecossistemas. 4ª Edição. Porto Alegre: Ed.Artmed. 740 p.

Bohart, R. M. & Menke, A. S. 1976. Sphecid Wasps of the World: A Generic Revision. University of California Press.

Borges, R. A. X.; Carneiro, M. A. A. & Viana, P. L. 2011. Altitudinal distribution and species richness of herbaceous plants in campos rupestres of the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. Rodriguésia 62(1): 139-152.

Borror, D. J. & Delong, D. M. 1969. Introdução ao Estudo dos Insetos. São Paulo: Brasil. Ed. Edgard Blücher Ltda. 653 p.

Botrel, R. T.; Oliveira-Filho, A. T.; Rodrigues, L. A. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. Revista Brasil. Bot. 25(2): 195-213.

Brandão, M., Gavilanes, M. L. & Araújo, M.G. 1994. Aspectos físicos e botânicos de campos rupestres do Estado de Minas Gerais. Daphne 4 (1): 17-38.

Bright, M. (Ed.). 2009. 1001 Maravilhas Naturais para ver antes de morrer. Rio de Janeiro. Editora Sextante. 220 p.

Brothers, D. J. 1975. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutillidae. University of Kansas Science Bulletin 50: 483-648.

Brothers, D. J. 1999. Phylogeny and evolution of wasps, ants and bees (Hymenoptera, Chrysidoidea, Vespoidea and Apoidea). Zoologica Scripta 28 (1-2): 233-249.

Brothers, D. J. & Carpenter, R. M. 1993. Phylogeny of Aculeata: Chrysidoidea and Vespoidea (Hymenoptera). Journal of Hymenoptera Research 2: 227-304.

Brown, K. S. Jr. 1991. Conservation of Neotropical Environments: insects as indicators. The Conservation of insects and their habitats (ed. by N. M. Colins & J.A Thomas). UK. London Academy Press

Bunge, J. & Fitzpatrick, M. 1993. Estimating the number of species: a review. Journal Of The American Statistical Association. 88(421): 364-73.

Buschini, M. L. T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. Apidologie 37: 58–66.

Calabuig, I. 2000. Solitary bees and bumblebees in a Danish agricultural landscape. Tese de Doutorado. Department of Population Ecology. University of Copenhagen. Denmark.

Canelas, M. A. S. & Bertoluci, J. 2007. Anurans of the Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and phenological patterns of calling activity. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre 97(1): 21-26.

Carmo, F. F. 2010. Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 98 p.

Carneiro, M. A. A.; Ribeiro, S. P. & Fernandes, G.W. 1995. Artrópodos de um gradiente altitudinal na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 39(3) 597-604.

Carneiro, M. A. A.; Fernandes, G.W. & De Souza, O.F.F. 2005. Convergence in the Variation of Local and Regional Galling Species Richness. Neotropical Entomology 34(4):547-554.

Carpenter, J. M. 1986. Cladistics of the Chrysidoidea (Hymenoptera). Journal of the New York Entomological Society 94: 303-330.

Cavalcante, L. V. B.; Valadão, R. C. & Salgado, A. A. R. 2010. Mapeamento das Unidades do Relevo da Serra do Caraça/MG: uma proposta baseada na interpretação de Mapas Temáticos. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1.

Chichilnisky, G. & Heal, G. 1998. Economic returns from the biosphere. Nature 391: 629-630.

Clarke, K. R., 1993, Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18, 117–143.

Clemente, M. & Prezoto, F. 2009. Vespas Sociais (Hymenoptera, vespidae) amostradas no Parque Estadual de Ibitipoca – MG: estrutura, composição e visitação floral. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.

Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richeness and shared species for samples. Version 8.2.0 Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates >. Consulta em 10/01/2011.

CONAMA. 2010. Resolução N° 423 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 12 de Abril de 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=628>. Consulta em 29/01/2011.

Constanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, R.; Raskin, R. G.; Sutton, P. & van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253-260.

Costa Lima, A. 1960. Insetos do Brasil. 11.° Tomo. Capítulo XXX: Hymenópteros, 1.ª Parte. Escola Nacional de Agronomia: Série Didática N.º 13. 366 p.

Coville, R. E. & Coville, P. L. 1980. Nesting Biology and Male Behavior of *Trypoxylon (Trypargilum) tenoctitlan* in Costa Rica (Hymenoptera: Sphecidae). Annals of the Entomological Society of America. 73 (1) 110-119.

De Marco Jr, P. & Siqueira, M. F. 2009. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? Megadiversidade 5(1-2): 65-76.

Dowton, M. & Austin, A. D. 2001. Simultaneous analysis of 16S, 28S, COI and morphology in the Hymenoptera: Apocrita-evolutionary transitions among parasitic wasps. Biol. J. Linn. Soc 74:87-111.

Drummond, G. M.; Martins, C.S.; Machado, A.B.M.; Sebaio, F.A. & Antonini, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

Dufrêne, M. & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67(3) 345-366.

Dunn, R. R. 2005. Modern insect extinctions, the neglected majority. Conserv Biol 19: 1030-1036.

Dutra, G. M., Rubbioli, E. L. & Horta, L. S. 2002. Gruta do Centenário, Pico do Inficionado (Serra do Caraça), MG - A maior e mais profunda caverna quartzítica do mundo. Parte 7: Sítios Geológicos. *In* Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. (eds. Schobbenhaus, C., Campos, D. A., Queiroz, E. T., Winge, M. & Berbert-Born, M.) DNPM/CPRM - SIGEP - Brasília. Vol. 1.

Evans, H. E. 1963. Wasp Farm. Garden City: New York. The Natural History Press. 178 p.

Fernandes, G. W. 1987. Tropical and temperate altitudinal gradients in galling species. Thesis for the degree of master of science biology. Northern Arizona University. 33p.

Fernandes, G. W. & Price, P. W. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness: Tests of hypotheses. Oecologia 76: 161-167.

Fernández, F. & M. J. Sharkey (eds.). 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C. 894 pp.

Fontenelle, J. C. R. 2007. Discriminação entre tipos florestais por meio da composição e abundância de Diptera. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 134 p.

Fraser, S. E. M.; Dytham, C. & Mayhew, P. J. 2008. The effectiveness and optimal use of Malaise traps for monitoring parasitoid wasps. Insect Conservation and Diversity. 1: 22–31.

Freitas, M. M. N. 2008. Variação na riqueza e abundância de abelhas e vespas (Hymenoptera: Aculeata) que nidificam em cavidades pré-existentes na Região do Parque Estadual do Rio Doce, MG. Monografia de Bacharelado: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Dezembro de 2008.

Gaasch, C. M., Pickering, J. & Moore, C. T. 1998. Flight phenology of parasitic wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Georgia's Piedmont. Environmental Entomology 27: 606–614.

García, J. L. 2003. Comparación de la captura de Hymenoptera (Insecta) mediante cuatro métodos de muestreo, en los cerros Yaví y Yutajé del Pantepui venezolano. Entomotropica 18(1): 27-35.

Garófalo, C. A. ; Camillo E. & Serrano, J. C. 1989. Espécies de abelhas do gênero *Centris* (Hymynoptera, Anthophoridae) nidificando em ninhos-armadilha. Ci.Cult. 41: 799.

Gaston, K. J. 1991. The magnitude of the global insect species richness. Conservation Biology 5, 283-296.

Gaston, K. J.; Gauld, I. D. & Hanson, P. 1996. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. Journal of Biogeography 23: 105 – 113.

Gess, F. W. & Gess, S. K. 1993. Effects of Increasing land utilization on species representation and diversity of Aculeate Wasps and Bees in the Semi-arid Areas of Southern Africa. In: LaSalle, J. & Gauld, I. D. (Ed.) 1993. Hymenoptera and Biodiversity. Wallingford, USA: CAB International. p. 83-114.

Giulietti, A. M.; Menezes, N. L.; Pirani, J. R.; Meguro, M. & Wanderley, M. G. L. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 9: 1-151.

Giulietti, A. M.; Pirani, J. R. & Harley, R. M. 1997. Espinhaço Range region – Eastern Brazil. In: S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A.C. Hamilton (eds). Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. 3. The Americas. WWF/IUCN Publications Unit., Cambridge. pp. 397-404.

Givnish, T. J. 1999. On the causes of gradients in tropical trees diversity. Journal of Ecology 87: 193-210.

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. In: Resumos do VII Congresso de Ecologia.

Gomes, B. & Noll, F. B. 2009. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 53(3): 428–431.

Goulet, H. & Huber, J. T. 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Centre for Land and Biological Resourses Research. Ottawa, Ontario. Minister of Supply and Services, Canada. 668 p.

Gressitt, J. L & Gressitt, M. K. 1962. An Improved Malaise Trap. Pacific Insects 4 (1): 87 - 90.

Hagen, S. B.; Jepsen, J. U.; Yoccoz, N. G. & Ims, R. A. 2008. Anisotropic patterned population synchrony in climatic gradients indicates nonlinear climatic forcing. Proc. R. Soc. B. 275: 1509-1515.

Hafernik, J. E. Jr. 1992. Threats to invertebrate biodiversity: implications for conservation strategies. Conservation Boilogy: the theory and practice of nature conservation and management (ed. by P. L. Siedler & S. K. Jain). New York, USA. Chapman & Hall. 172-195 p.

Hammer, Ø.; Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Version 2.06. Palaeontologia Electronica 4(1): 9 pp. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 22/01/2011.

Hanson, P. E. & Gauld, I. D. (Ed.) 1995. The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford: Oxford University Press. 893 p.

Hanson, P. E. & Gauld, I. D. 2006. Hymenoptera de la Region Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute 77: 1-994.

Hatley, C. L. & Macmahon, J. A. 1980. Spider community organization: seasonal variation and the role of vegetation architecture. Environmental Entomology 9(5): 632-639.

Hodkinson, I. D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. Biol. Rev. 80: 489–513.

Holloway, J. D. & Stork, N. E. 1991. The dimention of biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact. In: Hawksworth, D. L. (ed.), The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its Hole in Sustainable Agriculture. Wallingford, UK. CAB International. pp. 37-61.

Hunt, J. H. 1999. Trait Mapping and Salience in the Evolution of Eusocial Vespid Wasps. Evolution 53 (1): 225-237.

Hutchinson, G. E. 1965. The Ecological Theater and the Evolutionary Play. Yale University Press. Chapter 1: The Biosphere or Volume in which organisms actually live. 26p.

Imperatriz-Fonseca, V. L.; Saraiva, A. M. & De Jong, D. 2006. Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting Best practices. Conservation International Ribeirão Preto. Holos Ed. 96 p.

Itô, Y. 1993. Behaviour and Social Evolution of Wasps: The Communal Aggregation Hypothesis. Oxford Series in Ecology and Evolution. New York. Oxford University Press. 168 p.

Jacobi, C. M.; Carmo, F. F.; Vincent, R. C. & Stehmann, J. R. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. Biodiversity and Conservation 16: 2185-2200.

Jacobi, C. M. & Carmo, F. F. 2008a. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the Iron Quadrangle, a threatened Brazilian landscape. AMBIO 37 (4): 324-326.

Jacobi, C. M. & Carmo, F. F. 2008b. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilatero Ferrifero, MG. Megadiversidade 4(1/2): 24-32.

Jacobi, C. M. & Carmo, F. F. 2008c. Patrimônio Ecológico: Biodiversidade, Espécies Endêmicas e Ameaçadas, 59-70 p. In: Patrimonio Natural-Cultural e Zoneamento Ecologico-Economico da Serra da Moeda: Uma Contribuicao para sua Conservacao. SINDIEXTRA.

Janzen, D. H. 1973. Sweep samples of tropical foliage insect effects of season, vegetation types, elevation, time of day and insularity. Ecology 54: 687-708.

Jesus, B.M.V. & Garofalo, C.A. 2000. Nesting behavior of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Apidologie 31: 503-515.

Jones, M. E.; Daane, K. M. & Paine, T. D. 2011. Establishment of *Psyllaephagus parvus* and *P. perplexans* as serendipitous biological control agents of Eucalyptus psyllids in southern California. BioControl. Publicação On Line: DOI 10.1007/s10526-011-9351-0. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/20l812876nqk2418/fulltext.pdf>. Consulta em 09/04/2011.

Jones, J. I.; Li, W. & Maberly, C. 2003. Area, altitude and aquatic plant diversity. Ecography 26: 411-420.

Karl, I. & Fischer, K. 2009. Altitudinal and environmental variation in lifespan in the Copper butterfly *Lycaena tityrus*. Functional Ecology 23: 1132–1138.

Kleinert-Giovannini, A. 1982. The influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. Rev. Brasil. Ent. 26(1): 1-13.

Körner, C. 2007. The use of 'altitude' in ecological research. Trends Ecol. Evol. 22: 569–574.

Kremen, C.; Colwell, R. K.; Erwin, T. L.; Murphy, D. D.; Noss, R. F. & Sanjayan, M. A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. Conserv Biol 7: 796-808.

Krombein, K. V. 1967. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates. Washington D.C. Smithsonian Press, 570 p.

Krombein, K. V. & Gingras, S. S. 1984. Revision of North American *Liris* Fabricius (Hymenoptera: Sphecoidea: Larridae). Smithsonian Contributions to Zoology. Number 404. Washington: Smithsonian Institution Press. 104 p.

Kubota, U.; Loyola, R. D.; Almeida, A. M.; Carvalho, D. A. & Lewinsohn, T. M. 2007. Body size and host range co-determine the altitudinal distribution of Neotropical tephritid flies. Global Ecology and Biogeography 16: 632–639.

Kumar, A.; Longino, J. T.; Colwell, R. K. & O'Donnell, S. 2009. Elevational Patterns of Diversity and Abundance of Eusocial Paper Wasps (Vespidae) in Costa Rica. Biotropica 41(3): 338–346.

LaSalle, J. & Gauld, I. D. 1993. Hymenoptera and Biodiversity. CAB International, Wallingford, USA.

Lawton, J. H.; MacGarvin, M. & Heads, P. A. 1987. Effects of Altitude on the Abundance and Species Richness of Insect Herbivores on Bracken. Journal of Animal Ecology 56 (1) 147-160.

Levin, M. D. 1983. Value of bee pollination to US Agriculture. Bulletin of the Entomological Society of America 29: 50-51.

Lewis, O. T. & Basset, Y. 2007. Insect conservation in tropical forests. In: Stewart, A. J. A.; New, T. R.; Lewis, O. T. (eds). Insect conservation biology. CABI Publishing, Wallingford, pp 34–56.

Lorenzi, H. 2008. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol I. 5 ed. Ed. Plantarum Ltda. 384 p.

Loyola, R. D. 2005. Efeitos de área e Estrutura de habitats sobre a riqueza e nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata). Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 87 p.

Loyola, R. D. & Martins R. P. 2006. Trap-Nest Occupation by Solitary Wasps and Bees Hymenoptera: Aculeata) in a Forest Urban Remanent. Neotropical Entomology 35(1): 041-048.

Loyola, R. D. & Martins R. P. 2008. Habitat structure components are effective predictors of trap-nesting Hymenoptera diversity. Basic and Applied Ecology 9: 735-742.

Loyola, R. D. & Martins R. P. 2009. On a habitat structure-based approach to evaluating species occurrence: cavity-nesting Hymenoptera in a secondary tropical forest remnant. J Insect Conserv. 13:125-129.

Maes, D.; Shreeve, T. G. & Dennis, R. L. H. 2006. A special issue on insect habitats. J Insect Conserv. 10:89–93.

Malaise, R. 1937. A new insect-trap. Entomologisk Tidskrift, Stockholm 58: 148-60.

Mani, M. S. 1962. Introduction to High Altitude Entomology. London. Methuen and CO. Ltd. 302 p.

Mani, M. S. 1973. Fundamental of High Altitude Biology. New Delhi, Oxford and IBH. 196 pp.

Manly, B. J. F. 2008. Métodos Estatísticos Multivariados: Uma Introdução. 3ª Edição. Porto Alegre: Artmed Editora. 229 p.

Marco Jr., P. & Coelho, F. M. 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. Biodiversity and Conservation 13: 1245–1255.

Martinelli, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. Revista Brasileira Botânica 30 (4): 587-597.

Martins, R. P. 1991. Nesting behavior and prey *of Poecilopompilus algidus fervidus* and *Tachypompilus xanthopterus* (Hymenoptera: Pompilidae). Journal of the Kansas Entomological Society. 64 (2) 231-236.

Martins, R, P & Barbeitos, M. S. 2000. Adaptações de insetos e mudanças no ambiente: ecologia e evolução da diapausa. Pp. 149-192. In: Martins, R.P., Lewinsohn, T.M. & Barbeitos, M.S. (eds). Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VIII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

Masi, B. P. & Zalmon, I. R. 2008. Zonação de Comunidade Bêntica do entremarés em Molhes sob diferente hidrodinamismo na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revta. bras. Zool. 35 (4): 662-673.

McCoy, E.D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. Oikos 58: 313-322.

McGregor, S. 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. Agriculture Handbook N°. 496. Agricultural Research Service. U. S. Department of Agriculture. 411 p.

Medler, J. T. 1967. Biology of *Trypoxylon* in Trap Nests in Wisconsin (Hymenoptera: Sphecidae). American Midland Naturalist 78 (2): 344-358.

Melo, G. A. R. 1999. Phylogenetic Relationships and Classification of the Major Lineages of Apoidea (Hymenoptera), with Emphasis on the Crabronid Wasps. Natural History Museum. The University of Kansas 14:1-55.

Mendes, F. N. & Rêgo, M. M. C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 51(3): 382-388.

Menke, A.S., 1997. Family-group names in Sphecidae (Hymenoptera: Apoidea). J. Hymen. Res. 6: 243–255.

Menke, A.S. & F. Fernández, C., 1996. Claves ilustradas para las subfamilias, tribus y géneros de esfécidos neotropicales (Apoidea: Sphecidae). Rev. Biol. Tropic. 44(2): 1-68.

Mesquita, C. A. B. & Vieira, C. W. (Organizadores). 2004. RPPN: Reservas Particulares do Patrimônio Natural da Mata Atlântica. In: Série Conservação e Áreas Protegidas: Caderno nº 28. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 51 p. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/default_02.asp>. Consulta em 09/02/2011.

Michener, C. D. 2000. The Bees of the World. Baltimore. Johns Hopkins Ed.

Miller, R. G. 1974. The jackknife: a review. *Biometrika* 61(1) 1-15.

Missa, O.; Basset, Y.; Alonso, A.; Miller, S. E.; Curletti, G; Meyer, MD; Eardley, C.; Mansell, M. W. & Wagner, T. 2009. Monitoring arthropods in a tropical landscape: relative effects of sampling methods and habitat types on trap catches. Journal of Insect Conservation 13: 103-118.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2002. Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2008. *Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira*: Atualização: Portaria MMA n°9, de 23 de janeiro de 2007. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasilia: Série Biodiversidade, 31). 327 pp.

Moericke V. 1951. Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattlausen, insbesondere der Pfisichblattlaus *M. ersicae* (Sulz). Nachrbl. Dtsch. Pflzschutzd. 3: 23–24.

Monsevièius, V. 2004. Comparison of three methods of sampling wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Èepkeliai Nature Reserve (South Lithuania). Ekologija 4: 32–39.

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. 293 p.

Morato, E.F. & Campos, L.A.O. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. Revista Brasileira de Zoologia 17(2): 429-444.

Morato, E.F. & Martins, R. P. 2006. An Overview of Proximate Factors Affecting the Nesting Behavior of Solitary Wasps and Bees (Hymenoptera: Aculeata) in Preexisting Cavities in Wood. Neotropical Entomology 35 (3): 285-298.

Mota, R. C. 2002. Flora Espermatófítica da Serra do Caraça, Catas Altas, MG, Brasil. Monografia de Bacharelado em Botânica. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 57 p.

Mota, R. C.; Stehmann, J. R. & Barros, F. 2006. Orchidaceae na Serra do Caraça, Minas Gerais: Levantamento florístico com ênfase no estudo taxonômico da subfamília Epidendroideae. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 310 p.

Mota, R. C.; Barros, F. & Stehmann, J. R. 2009. Two New Species of Orchidaceae from Brazil: *Bulbophyllum carassense* and *Lepanthopsis vellozicola.* Novon 19 (3): 380-387.

Müller, H. 1880. The fertilisers of alpine flowers. Nature 21: 275.

Neff, J. L. & Simpson, B. B. 1993. Bees, Pollination Systems and Plant Diversity. In: LaSalle, J. & Gauld, I. D. (Ed.) 1993. Hymenoptera and Biodiversity. Wallingford, USA: CAB International. p. 143-168.

Neves, F. S.; Oliveira, V. H. F.; Espírito-Santo, M. M.; Vaz-de-Mello, F. Z.; Louzada, J.; Sanchez-Azofeifa, A. & Fernandes, G. W. 2010. Successional and Seasonal Changes in a Community of Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Brazilian Tropical Dry Forest. Natureza & Conservação 8 (2): 160-164.

Noll, F. B & Gomes, B. 2009. An Improved Bait Method for Collecting Hymenoptera, especially Social Wasps (Vespidae: Polistinae). Neotropical Entomology 38(4):477-481.

Oeser, R. 1961. Vergleichend-morphologische Untersuchungen ueber den Ovipositor der Hymenopteren. *Mitt.* Zool. Mus. Berlin 37: 3-119.

Oliveira, C. T. 2010. A flora do complexo rupestre altomontano da Serra do Caraça (Minas Gerais) e suas relações fitogeográfica. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 101 pg.

Oliveira-Filho, A. T.; Curi, N.; Vilela, E. A. & Carvalho, D. A. 2001. Variation In Tree Community Composition And Structure With Changes In Soil Properties Within A Fragment Of Semideciduous Forest In South-Eastern Brazil. Edinb. J. Bot. 58 (1): 139–158.

Oliver, I & Beattie, A. J. 1996. Invertebrate Morphospecies as Surrogates for Species: A Case Study. Conservation Biology 10 (1): 99-109.

O'Neill K.M. 2001. Solitary wasps: behavior and natural history. Ithaca, New York: Cornell University Press, 406 pp.

O'Toole C, Raw A. 1991. Bees of the world. Londres: Blandford Publishing. 192 p.

Peruquetti, R. C. & Del Lama, M. A. 2003. Notas sobre a socialidade e a biologia de nidificação de *Trypoxylon (Trypoxylon) asuncicola* Strand, 1910 (Hymenoptera, Sphecidae). Revista Brasileira de Entomologia 47 (2): 297-301.

Pilgrim, E.; von Dohlen, C.; & Pitts, J. 2008. Molecular phylogenetics of Vespoidea indicates paraphyly of the superfamily and novel relationships of its component families and subfamilies. Zoologica Scripta 37 (5): 539–560.

Pitts, J. P.; Wasbauer, M. S. & Von Dohlen, C. D. 2006. Preliminary morphological analysis of relationships between the spider wasp subfamilies (Hymenoptera: Pompilidae): revisiting an old problem. Zoologica Scripta 35 (1), 63–84.

Pratt, B. 1999. Agricultural Statistics, United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. U. S. Government Printing office.

Pyrcz, T. W.; Wojtusiak, J. & Garlacz, R. 2009. Diversity and Distribution Patterns of *Pronophilina* Butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) along an Altitudinal Transect in North-Western Ecuador. Neotropical Entomology 38 (6): 716-726.

Rasmussen, C. & Asenjo, A. 2009. A checklist to the wasps of Peru

(Hymenoptera, Aculeata). ZooKeys 15: 1-78.

Rego, J. O.; Franceschinelli, E. V. & Figueira, J. E. C. 2004. Estudo ecológico de *Cipocereus laniflorus* Taylor & Zappi, Cactaceae endêmica da RPPN do Caraça e ameaçada de extinção. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 84 p.

Ribeiro, K.T. & Freitas, L. 2010. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. Biota Neotrop. 10 (4): 239-246.

Ribeiro, S. P.; Fernandes, G. W. & Braga, M. M. N. 1992. Distribuição de insetos herbívoros em cerrados e campos rupestres na Serra do Cipó o papel de compostos fenólicos em plantas esclerófilas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 80 p.

Ribeiro, S. P.; Carneiro, M. A. A. & Fernandes, G. W. 1994. Distribution of *Brachypnoea* (Coleoptera: Chrysomelidae) in an altitudinal gradient in a Brazilian savanna vegetation. Phytophaga India 6: 29-33.

Ribeiro, S. P.; Carneiro, M. A. A. & Fernandes, G. W. 1998. Free-feeding insect herbivores along environmental gradients in Serra do Cipó: basis for a management plan. Journal of Insect Conservation 2: 107-118.

Rodríguez-Jimenez, A. & Sarmiento, C. E. 2008. Altitudinal Distribution and Body Resource Allocation in a High Mountain Social Wasp (Hymenoptera: Vespidae). Neotropical Entomology 37(1): 001-007.

Ronquist, F., Rasnitsyn, A. P., Roy, A., Eriksson, K. & Lindgren, M. 1999. Phylogeny of the Hymenoptera: A cladistic reanalysis of Rasnitsyn's (1988) data. Zoologica Scripta 28: 13-50.

Ross, K. G. & Matthews, R. W. (Eds.). 1991. The social biology of wasps. Cornell University. London: Comstock Publishing Associates. 678 p.

Rothschild, G. H. L. 1970. *Gryon flavipes* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae), an egg-parasite of the rice earbug *Leptocorisa oratorius* (Fabricius) (Hem. Alydidae). BioControl 15 (1): 15-20.

Ryder Wilkie, K. T., Mertl, A. L. & Traniello, J. F. A. 2007. Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. Naturwissenschaften 94 (9): 725-731.

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, E. F. 2008. Estrutura de assembléias 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. Área de Zoologia. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. 75 p.

Shimizu, A. 1994. Phylogeny and classification of the family Pompilidae. Tokyo Metropolitan University, Bulletin of Natural History 2: 1–142.

Silva, J. F. 2008. Vespas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) nidificando em ninhos-armadilha na Estação Ecológica de Ribeirão Preto, Mata Santa Teresa, Ribeirão Preto, SP. Dissertação de Mestrado. Área de Entomologia. Universidade de São Paulo. 62 p.

Silva, J. A.; Machado, R. B.; Azevedo, A. A.; Drumond, G. M.; Fonseca, R. L.; Goulart, M. F.; Moraes Júnior, E. A.; Martins, C. S. & Ramos Neto, M. B. 2008. Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estados de Minas Gerais e Bahia, Brasil. Megadiversidade 4 (1-2): 270-309.

Silva, D. H. 2010. Levantamento dos anfíbios anuros de altitude da Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil. Monografia de Bacharelado: Centro Universitário Izabela Hendrix. Dezembro de 2010.

Silva-Perreira, V. & Santos, G. M. M. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera,

Apoidea) and social wasps (Hymenoptera, Vespidae) community in Campos Rupestres, Bahia, Brazil. Neotropical Entomology 35(2): 165-174.

Silveira, A. A. 1924. Narrativas e Memórias. Vol. II. Na Região do Caraça. Imprensa Official, Belo Horizonte, pp. 445-474.

Silveira, F.A.; Melo, G. A. & Almeida, E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras, Sistemática e. Identificação. 1ª Ed., Belo Horizonte. 254 p.

Smith, R. J.; Hines, A.; Richmond, S; Merrick, M.; Drew, A. & Fargo, R. 2000. Altitudinal Variation in Body Size and Population Density of *Nicrophorus investigator* (Coleoptera: Silphidae). Environ. Entomol. 29 (2): 290-298.

Sota, T. 1996. Altitudinal variation in life cycles of carabid beetles: life-cycle strategy and colonization in alpine zones. Arctic and Alpine Research 28: 441–447.

Southwood, T. E. R. & Henderson, P. A. 2000. Ecological Methods, 3rd Ed. Oxford: Blackwell Publishing

Souza, L. & Campos, M. J. O. 2008. Composition and diversity of bees (Hymenoptera) attracted by Moericke traps in an agricultural area in Rio Claro, State of São Paulo, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 98 (2): 236-243.

Souza, L. M. & Marques, S. M. 2008. Primeiro registro documentado de *Serpophaga Nigricans* (Vieillot, 1817) para a Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil. Atualidades Ornitológicas Nº 143.

Souza, M. M; Ladeira, T. E.; Assis, N. R. G., Campos, A. E.; Carvalho, P. & Louzada, J. N. C. 2010. Ecologia de Vespas Sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campo Rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA São José, Tiradentes, MG. MG Biota 3 (2): 15-30.

Spósito, T. C. & Stehmann, J. R. 2006. Heterogeneidade florística e estrutural de remanescentes florestais da Área de Proteção Ambiental ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul-RMBH), Minas Gerais, Brasil. Acta Bot. Bras. 20 (2): 347-

362.

Taki, H.; Viana, B. F.; Kevan, P. G.; Silva, F. O. & Buck, M. 2008. Does forest loss affect the communities of trap-nesting wasps (Hymenoptera: Aculeata) in forests? Landscape *vs.* local habitat conditions. J Insect Conserv. 12: 15-21.

Tati-Subahar, S. S.; Amasya, A. F. & Choesin, D. N. 2007. Butterfly (Lepidoptera: Rhopalocera) distribution along an altitudinal gradient on Mount Tangkuban Parahu, West Java, Indonesia. Raff Bull Zool. 55: 175-178.

Tinbergen, N. 1958. Curious Naturalist. England: Ed. Harmondsworth. 269 p.

Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 2011. Estudo dos Insetos. São Paulo: Centage Learning. 809 pg.

Townes, H. 1962. Design for a Malaise trap. Proc. Entomol. Soc. Wash. 64: 253-262.

Townes, H. 1972. A light-weight Malaise trap. Ent News 83:239–247.

Tscharntke, T.; Gathmann, A. & Steffandewenter, I. 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. Journal of Applied Ecology 35: 708-719.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). 2009. *UNESCO reconhece nova Reserva da Biosfera no Brasil: Serra do Espinhaço/MG*. Disponível em: <http://rbse-unesco.blogspot.com/>. Acesso em: 30/12/2009.

Varajão, C. A. C.; Salgado, A. A. R.; Varajão, A. F. D. C.; Braucher, R.; Colin, F. & Nalini Jr., H. A. 2009. Estudo da Evolução da Paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da Mensuração das Taxas de Erosão (^{10}be) e da Pedogênese. R. Bras. Ci. Solo 33: 1409-1425.

Vasconcelos, M. F. 2000. Reserva do Caraça: história, vegetação e fauna. Aves

1:3-7.

Vasconcelos, M. F. 2001a. Adições à avifauna da Serra do Caraça, Minas Gerais. Atualidades Ornitológicas 104: 3-4.

Vasconcelos, M. F. 2001b. Estudo biogeográfico da avifauna campestre dos topos de montanha do sudeste do Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Vasconcelos, M.F.; Salino, A.; Vieira, M.V.O. 2002. A redescoberta de *Huperzia rubra* (Cham.) Trevisan (*Lycopodiaceae*) e o seu atual estado de conservação nas Altas Montanhas do Sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. Unimontes Científica. Montes Claros 3(3): 1-9.

Vasconcelos, M. F.; Vasconcelos, P. N.; Maurício, G. N.; Matrangolo, C. A. R.; Dell'Amore, C. M.; Nemésio, A; Ferreira, J. C. & Endrigo, E. 2003. Novos registros ornitológicos para a Serra do Caraça, Brasil, com comentários sobre distribuição geográfica de algumas espécies. Lundiana 4 (2):135-139.

Vasconcelos, M. F. 2009. Avifauna dos campos rupestres e dos campos de altitude do leste do Brasil: levantamento, padrões de distribuição geográfica, endemismo e conservação. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 250 p.

Vasconcelos, M. F. & Rodrigues, M. 2010. Patterns of geographic distribution and conservation of the open-habitat avifauna of southeastern Brazilian mountain tops (campos rupestres and campos de altitude). Pap. Avulsos Zool. (São Paulo), São Paulo, v. 50, n. 1.

Versieux, L. M & Wendt, T. 2007. Bromeliaceae diversity and conservation in Minas Gerais state, Brazil. Biodivers. Conserv. 16: 2989–3009.

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.

Vieira, L. M. M. C. 2008. Aculeate hymenopterans communities as a management tool for the evaluation of habitat integrity and quality, in the Vale do Guadiana Natural Park. Dissertação de Mestrado. Área de Biologia da Conservação. Universidade de Lisboa. 55p.

Villa, J. D. 2004. Swarming Behavior of Honey Bees in Southeastern Louisiana. Annals of the Entomological Society of America 97 (1): 111-116.

Viveros, R. S. 2010. Pteridófitas da Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 256 pg.

Wasbauer, M. S. 1995. Pompilidae. In: Hanson, P. E. & Gauld, I. D. (Eds.). The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford: Oxford University Press. p. 522-529.

Wells, W. & Decker, T. 2006. A Comparison of three types of insect traps for collecting non-formicidae Hymenoptera on the Island of Dominica. Southwertern Entomologist 31 (1): 59-68.

Weisser, W. W. & Hassell, M. P. 1997. The importance of adverse weather conditions for behaviour and population ecology of an aphid parasitoid. Journal of Animal Ecology 66: 386-400.

Winston, M. L. 1987. The Biology of the Honey Bee. Harvard University Press.

Whittaker, R. H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. Ecological Monographs 22: 1–44.

Wolda, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. Biol. J. Linn. Soc. 30: 313-323.

Yo (Meteorologik Institutt). 2010. Disponível em: <http://www.yr.no/place/Brazil/Minas_Gerais/Serra_do_Caraça/>. Acesso em: 10/10/2010.

Zanette, L.R.S., Martins, R.P., Soares, L.A. & Pimenta, H.R. 2004. Nesting

Biology and Sex Ratios of *Auplopus militaris* (Lynch-Arribalzaga 1873) (Hymenoptera: Pomplidae). Tropical Zoology 17 (2) 145-154.

Zico, J. T. 1979. Caraça, ex-alunos e visitantes. Belo Horizonte: Ed. São Vicente.

Zico, J. T. 1980. Caraça, peregrinação, cultura e turismo. Belo Horizonte: Ed. São Vicente. 3. Ed. 205 p.

Zico, J. T. 1990. Caraça, parque natural e arquivo do colégio. Belo Horizonte: Ed. O Lutador. 210 p.

Anexo 1: Abundância e distribuição das morfoespécies nas altitudes em cada uma das metodologias utilizadas. Valores por armadilha separados por barra. Subordens e Famílias em negrito e subfamílias e tribos em cinza. Malaise utilizada apenas nas altitudes 1, 3 e 6.

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
VESPOIDEA								
Vespidae								
Polistinae								
Polistini								
Polistes satan Bequaert, 1940	Puçá	0	0	0	1	1	1	**3**
Polistes subsericeus Saussure, 1854	Moericke	0	4	0	0	0	0	**4**
Polistes erythrocephalus Latreille, 1813	Puçá	0	0	0	1	0	0	**1**
Mischocyttarini								
Mischocyttarus drewseni (Saussure, 1857)	Moericke/ Malaise	0	0	1/4	0	0	0	**5**
Mischocyttarus clypeatus Zikán, 1935	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Mischocyttarus rotundicollis (Cameron,1912)	Malaise	1	0	2	0	0	0	**3**
Mischocyttarus cf. *mirificus* Zikán, 1935	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Epiponini								
Agelaia multipicta (Haliday, 1836)	Moericke/ Malaise	13/13	4/ 0	0	0	0	0	**30**
Agelaia myrmecophila (Ducke, 1905)	Moericke	0	6	0	0	0	0	**6**
Agelaia vicina (Saussure, 1854)	Moericke/ Malaise	0/3	23/0	0/1	0	0	0	**27**
Brachygastra cf. *fistulosa* Naumann, 1968	Moericke	0	0	0	1	0	0	**1**
Apoica pallens (Fabricius, 1804)	Puçá	0	0	0	0	0	2	**2**
Polybia bifasciata Saussure, 1854	Moericke	0	0	0	0	1	0	**1**
Polybia chrysothorax (Lichtenstein, 1796)	Moericke/ Malaise	0/12	1/0	0	0	0	0	**13**
Polybia fastidiosuscula Saussure, 1854 *Morph. Buyssoni*	Moericke/ Malaise	0	4/0	1/3	0	0	0	**8**
Polybia fastidiosuscula Saussure, 1854 *Morph. Fastidiosuscula*	Moericke/ Malaise	0	0	1/2	0	0	1/21	**25**
Polybia flavifrons Smith, 1857	Moericke/ Malaise	0	0	4/3	0	1/0	0/1	**9**
Polybia dimidiata (Olivier, 1791)	Puçá/Moericke	0	1/0	0	0	0	0/1	**2**
Polybia ignobilis (Haliday, 1836)	Moericke/ Malaise	0	1/0	0/1	0	0	0	**2**
Polybia jurinei Saussure, 1854	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Polybia sericea (Olivier, 1792)	Malaise	0	0	3	0	0	1	**4**
Protopolybia sedula (Saussure, 1854)	Moericke	0	3	0	0	0	0	**3**
Eumeninae								
Monobia angulosa Saussure, 1852	Ninho Armadilha	0	30	0	0	0	0	**30**
Ancistroceroides sp.	Ninho Armadilha	0	0	2	0	0	0	**2**
Stenodynerus sp.	Moericke/Malaise	0	1/0	0/1	0	0	0	**2**

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Stenonartonia mimica (Kohl, 1907)	Ninho Armadilha	2	0	0	0	0	0	**2**
Omicron spegazzinii (Brèthes, 1905)	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Omicron tuberculatum (Fox, 1899)	Moericke	0	1	1	0	0	0	**2**
Scoliidae								
Scoliinae								
Campsomerini								
Campsomeris sp. 1	Moericke/ Malaise	0/1	1/0	0	0	0	0	**2**
Campsomeris sp. 2	Moericke/ Malaise	0	0	1/70	0	0	0	**71**
Campsomeris sp. 3	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Pompilidae								
Pompilinae								
Pompilini								
Agenioideus sp.	Moericke/ Malaise	0	0	1/0	0	0	0/1	**2**
Allochares sp. 1	Malaise	0	0	3	0	0	0	**3**
Allochares sp. 2	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Allochares cf sp.	Moericke	0	0	1	0	0	0	**1**
Anoplius sp. 1	Moericke/ Malaise	15/0	2/0	0/1	0	0	0	**18**
Anoplius sp. 2	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Anoplius sp. 3	Moericke	0	1	0	2	0	0	**3**
Aplochares sp.	Moericke	0	0	1	0	0	0	**1**
Aporinellus sp.	Moericke	3	0	0	0	0	0	**3**
Paracyphononyx sp.	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Poecilopompilus sp.	Moericke/ Malaise	0	1/0	0/1	0	0	0	**2**
Tachypompilus cf. sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Aporini								
Aporus sp.	Moericke	0	0	0	3	0	0	**3**
Chelaporus sp.	Malaise	0	0	3	0	0	0	**3**
Euplaniceps cf. sp.	Malaise	0	0	57	0	0	2	**59**
Psorthaspis sp. 1	Moericke/ Malaise	4/0	0	0	0	0	0/1	**5**
Psorthaspis sp. 2	Malaise	2	0	0	0	0	0	**2**
Psorthaspis sp. 3	Moericke/ Malaise	0	4/0	2/2	2/0	0	0	**10**
Ceropalinae								
Irenangelus sp.	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Ceropales cf. sp. 1	Moericke/ Malaise	0	1/0	0/1	0	0	0	**2**
Ceropales cf. sp. 2	Malaise	1	0	0	0	0	1	**2**
Ceropales cf. sp. 3	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Cnetocerinae								
Epipompilus cf sp. 1	Moericke/ Malaise	1/0	1/0	1/2	0	0	0/5	10
Epipompilus cf sp. 2	Moericke/ Malaise	2/1	1/0	0	0	0	0	**4**
Pepsinae								
Pepsis sp. 1	Malaise	0	0	0	0	0	1	**1**
Pepsis sp. 2	Puçá	0	0	0	0	0	1	**1**
Pepsinae sp. 1	Puçá	1	0	0	0	0	0	**1**
Pepsinae sp. 2	Moericke/ Malaise	1/1	0	0	0	0	0	**2**
Pepsinae sp. 3	Moericke/ Malaise	1/2	1/0	0/9	0	0	0	**13**
Pepsinae sp. 4	Moericke	6	0	0	0	0	0	**6**
Pepsinae sp. 5	Moericke	3	0	0	0	0	0	**3**
Pepsinae sp. 6	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Pepsinae sp. 7	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Pepsinae sp. 8	Moericke	4	1	0	0	0	0	**5**
Pepsinae sp. 9	Moericke/ Malaise	2/1	0	0	0	0	0	**3**
Pepsinae sp. 10	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Pepsinae sp. 11	Moericke/ Malaise	4/1	1/0	0	0	0	0	**6**
Pepsinae sp. 12	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Pepsinae sp. 13	Moericke/ Malaise	9/ 0	3/ 0	0/ 4	0	0	0	**16**
Pepsinae sp. 14	Moericke/ Malaise	6/6	6/0	0	0	0	0/1	**19**
Pepsinae sp. 15	Moericke/ Malaise	1/0	2/0	0	0	0	0/12	**15**
Pepsinae sp. 16	Moericke	1	3	0	0	0	0	**4**
Pepsinae sp. 17	Moericke/ Malaise	5	0	0	0	0	0	**5**
Pepsinae sp. 18	Moericke/ Malaise	2/3	0	0/2	3/0	0	0	**10**
Pepsinae sp. 19	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Mutillidae								
Mutilinae								
Ephutini								
Ephuta sp. 1	Moericke	2	0	0	0	0	0	**2**
Ephuta sp. 2	Malaise	0	0	1	0	0	1	**2**
Mutillini								
Timulla sp. 1	Moericke/ Malaise	0	1/0	0/9	1/0	0	0	**11**
Timulla sp. 2	Moericke/ Malaise	0	0	0/1	1/0	0	0	**2**
Sphaerophtalminae								
Sphaerophthalmini								
Pseudomethocina								

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Pseudomethocina sp. 1	Moericke/ Malaise	4/1	0	0	1/0	0	0	**6**
Pseudomethocina sp. 2	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Sphaeropthalmina								
Xystromutilla cf. sp.	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Sphaerophthalmina sp. 1	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Sphaerophthalmina sp. 2	Malaise	0	0	58	0	0	1	**59**
Tiphiidae								
Tiphiidae sp. 1	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Tiphiidae sp. 2	Moericke	0	5	0	1	0	0	**6**
Tiphiidae sp. 3	Moericke/ Malaise	5/12	15/0	0/1	0/2	0	0	**35**
Tiphiidae sp. 4	Moericke/ Malaise	0	5/0	5/40	11/0	0	0	**61**
Tiphiidae sp. 5	Moericke/ Malaise	0/1	1/0	0/2	0	0	0	**4**
Tiphiidae sp. 6	Moericke	4	0	0	0	0	0	**4**
Tiphiidae sp. 7	Moericke/ Malaise	1/1	0	0	0	0	0	**2**
APOIDEA								
Sphecidae								
Sphecinae								
Sceliphrini								
Penepodium sp.	Ninho Armadilha/ Moericke	0	0	1/3	0	0	0	**4**
Podium cf. sp.	Moericke/ Malaise	0	0	2/5	0	0	0	**7**
Ammophilini								
Ammophila sp.	Moericke	0	2	0	0	0	0	**2**
Sphecini								
Sphecina								
Isodontia sp. 1	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Isodontia sp. 2	Malaise	0	0	6	0	0	0	**6**
Ampulicidae								
Ampulicinae								
Dolichurini								
Dolichurus sp.	Moericke/Malaise	0	25/0	15/39	37/0	0	0	**116**
Paradolichurus sp.	Moericke	0	2	0	0	0	0	**2**
Crabronidae								
Crabroninae								
Larrini								
Larina								
Liris sp. 1	Moericke/Malaise	26/2	63/0	128/53	17/0	0	0	**289**

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Liris sp. 2	Moericke/Malaise	3/1	25/0	7/0	0	0	0	**36**
Larra sp. 1	Moericke/Malaise	0	1/0	1/1	0	0	0	**3**
Larra sp. 2	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Gastrosericina								
Tachytes sp. 1	Malaise	3	0	1	0	0	0	**4**
Tachytes sp. 2	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Tachysphex sp. 1	Moericke/Malaise	0	25/0	17/2	28/0	0	0	**72**
Tachysphex sp. 2	Moericke/ Malaise	0	3/0	3/4	2/0	0	0	**12**
Tachysphex sp. 3	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Trypoxylini								
Trypoxylon lactitarse Saussure, 1867	Ninho Armadilha	0	10	0	0	0	0	**10**
Trypoxylon sp. 1	Ninho Armadilha/ Moericke	0/1	7/3	0/39	8/23	5/5	0	**91**
Trypoxylon sp. 2	Moericke/ Malaise	1/2	0	0	0	0	0	**3**
Trypoxylon sp. 3	Moericke/ Malaise	9/1	2/0	5/2	2/0	1/0	1/0	**23**
Trypoxylon sp. 4	Moericke	0	4	1	1	0	0	**6**
Trypoxylon sp. 5	Moericke/ Malaise	0	1/0	3/1	0	0	0	**5**
Trypoxylon sp. 6	Moericke	4	0	0	0	0	0	**4**
Trypoxylon sp. 7	Ninho Armadilha/ Moericke/ Malaise	13/1/7	1/0/0	0/0/1	0	0	0	**23**
Pison (pison) sp. 1	Moericke	0	3	5	4	0	0	**12**
Pison (pison) sp. 2	Moericke	0	2	0	0	0	0	**2**
Crabronini								
Rhopalum cf. sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Miscophini								
Nitela sp.	Moericke	0	6	1	0	0	0	**7**
Bembicinae								
Nyssonini								
Nyssonini sp. 1	Malaise	3	0	0	0	0	0	**3**
Nyssonini sp. 2	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Nyssonini sp. 3	Moericke	0	0	0	1	0	0	**1**
Nyssonini sp. 4	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Nyssonini sp. 5	Moericke	0	1	0	3	0	0	**4**
Nyssonini sp. 6	Moericke	0	1	0	1	0	0	**2**
Bembicini								
Strictia cf. sp.	Puçá	0	1	0	0	0	0	**1**

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Apidae								
Apinae								
Apini								
Apina								
Apis mellifera Linnaeus, 1758	Moericke/ Malaise	0/4	8/0	5/0	4/0	1/0	0/3	**25**
Bombina								
Bombus (Fervidobombus) atratus Franklin, 1913	Puçá	0	0	1	0	0	0	**1**
Bombus (Fervidobombus) brasiliensis Lepeletier, 1836	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Centridini								
Centris (Heterocentris) sp.	Ninho Armadilha/ Malaise	1/3	0	0	0	0	0	**4**
Centris (Xanthemisia) bicolor Lepeletier, 1841	Malaise	0	0	3	0	0	1	**4**
Centris (Hemisiella) tarsata Smith, 1874	Ninho Armadilha/ Puçá	0	45/1	8/0	0	0	0	**54**
Ericrocidini								
Mesocheira bicolor (Fabricius, 1804)	Ninho Armadilha	0	5	0	0	0	0	**5**
Meliponini								
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	Moericke/ Malaise	50/0	214/0	32/1	4/0	0	1/0	**302**
Trigona guianae Cockerell, 1910	Moericke/ Malaise	11/37	1/0	0	0	0	0	**49**
Geotrigona sp. (Moure, 1943)	Moericke	0	2	807	2	0	0	**811**
Melipona (Eomelipona) bicolor Lepeletier, 1836	Moericke/ Malaise	3/3	1/0	0	0	0	0	**7**
Melipona (Melipona) quadrifasciata Lepeletier, 1836	Moericke/ Malaise	1/1	0	0	0	0	0	**2**
Partamona sp.	Moericke/ Malaise	1/9	0	1/0	0	0	0	**11**
Partamona ailyae Camargo, 1980	Moericke	0	0	1	0	0	0	**1**
Partamona cf. *combinata* Pedro & Camargo, 2003	Moericke/ Malaise	3/7	0	0	0	0	0	**10**
Partamona cf. *nigrior* (Cockerell, 1925)	Moericke/ Malaise	1/0	0	0/5	0	0	0	**6**
Paratrigona subnuda Moure, 1947	Moericke/ Malaise	0/1	0	1/0	0	0	0	**2**
Plebeia sp.	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Scaptotrigona bipunctata (Lepeletier, 1836)	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Tapinotaspidini								
Paratetrapedia (Lophopedia) sp.	Malaise	7	0	0	0	0	0	**7**
Paratetrapedia (Xanthopedia) sp.	Moericke/ Malaise	0	0	1/9	0	0	0	**10**
Tetrapediini								
Tetrapedia sp.	Ninho Armadilha	0	1	0	0	0	0	**1**
Xylocopinae								
Ceratinini								
Ceratina (Ceratinula) sp.	Moericke/ Malaise	0	1/0	0/2	0	0	1/2	**6**
Ceratina (Crewella) sp. 1	Moericke/ Malaise	0	0	0/1	1/0	0	0	**2**

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Ceratina (Crewella) sp. 2	Moericke	0	0	0	1	0	0	**1**
Ceratina (Crewella) sp. 3	Moericke	0	0	0	0	1	0	**1**
Ceratina (Crewella) sp. 4	Moericke/ Malaise	0	0	0/7	1/0	1/0	0	**9**
Andrenidae								
Panurginae								
Protandrenini								
Anthrenoides sp. 1	Moericke	0	1	3	2	0	0	**6**
Anthrenoides sp. 2	Moericke	0	0	1	1	0	0	**2**
Anthrenoides sp. 3	Moericke	0	0	1	1	0	0	**2**
Anthrenoides sp. 4	Moericke/ Malaise	0	0	1/1	0	0	0	**2**
Halictidae								
Halictinae								
Halictini								
Caenohalictus sp.	Malaise	0	0	3	0	0	1	**4**
Dialictus sp. 1	Moericke/ Malaise	0	0	1/13	2/0	0	0	**16**
Dialictus sp. 2	Moericke	0	2	0	0	0	3	**5**
Dialictus sp. 3	Moericke/ Malaise	0	0	0/1	3/0	0	0	**4**
Dialictus sp. 4	Moericke	0	5	1	0	0	0	**6**
Rhinetula sp.	Malaise	0	0	2	0	0	0	**2**
Sphecodes sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Augochlorini								
Ariphanarthra sp.	Moericke	1	0	0	0	0	0	**1**
Augochlora (Augochlora s.str.) sp. 1	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
Augochlora (Augochlora) s.str.) sp. 2	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Augochloropsis sp. 1	Moericke	0	1	1	0	0	0	**2**
Augochloropsis sp. 2	Moericke/ Malaise	0	0	1/1	0	0	0	**2**
Augochloropsis sp. 3	Moericke	0	1	0	0	0	0	**1**
Augochloropsis sp. 4	Malaise	0	0	2	0	0	0	**2**
Ceratalictus sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Rhinocorynura sp.	Malaise	0	0	0	0	0	1	**1**
Megachilidae								
Megachilinae								
Anthidiini								
Dicranthidium sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Megachilini								
Megachile (Dactylomegachile) sp.	Ninho Armadilha	0	0	0	1	0	0	**1**

Morfoespécies	Tipo de Armadilha	Altitudes						
		1	2	3	4	5	6	Total
Megachile (Austromegachile) sp.	Ninho Armadilha	13	0	0	0	0	0	**13**
Megachile (Chrysosaurus) sp.	Malaise	0	0	3	0	0	0	**3**
Megachile (Moureapis) sp.	Ninho Armadilha	6	0	0	0	0	0	**6**
Megachile (Moureapis) anthidioides Radoszkowski, 1874	Ninho Armadilha/ Puçá	0	18/0	2/ 1	0	0	0	**21**
Coelioxys (Haplocoelioxys) sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Colletidae								
Hylaeinae								
Hylaeus sp.	Malaise	1	0	0	0	0	0	**1**
CHRYSIDOIDEA								
Chrysididae								
Chrysidinae								
Chrisidini								
Chrisidini sp.	Malaise	0	0	1	0	0	0	**1**
Caenochrysis sp. 1	Ninho Armadilha/ Moericke	1/1	3/0	0	0	0	0	**5**
Caenochrysis sp. 2	Moericke	2	0	0	0	0	0	**2**
Ipsiura sp.	Ninho Armadilha	2	0	0	0	0	0	**2**
Abundâcia Total		**427**	**642**	**1592**	**180**	**17**	**69**	**2927**
Riqueza Total		**75**	**77**	**91**	**36**	**8**	**25**	**186**