

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

“Efeitos do gradiente de altitude, fitofisnomias e a influência das variáveis abióticas na comunidade de vespas (Hymenoptera: Vespidae) na mata atlântica”

Daniele Guedes Ribeiro

**DOURADOS-MS
MAR/2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

Daniele Guedes Ribeiro

**“EFEITOS DO GRADIENTE DE ALTITUDE, FITOFISINOMIAS E A
INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS NA COMUNIDADE DE
VESPAS (HYMENOPTERA: VESPIDAE) NA MATA ATLÂNTICA”**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Entomologia

Orientador: Prof. Dr. Rogério Silvestre

**DOURADOS-MS
MAR/2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R484e	<p>Ribeiro, Daniele Guedes. Efeitos do gradiente de altitude, fitofisionomias e a influência das variáveis abióticas na comunidade de vespas Hymenoptera : Vespidae na Mata Atlântica. / Daniele Guedes Ribeiro. – Dourados, MS : UFGD, 2014. 71f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Rogério Silvestre. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Eumeninae. 2. Polistinae. 3. Parque Nacional do Itatiaia. 4. Distribuição. 5. Conservação da fauna. I. Título.</p> <p>CDD – 595.75</p>
-------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**PÁGINA RESERVADA AO DOCUMENTO DE DEFESA DA
DISSERTAÇÃO/TESE CONTENDO ASSINATURAS DOS MEMBROS
DA BANCA AVALIADORA**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós- Graduação da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, sob a orientação do Professor Dr. Rogério Silvestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rogério Silvestre
Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Orientador

Prof. Dr. Josué Raizer
Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Membro Titular

Prof. Dr. Sérgio Ricardo Andena
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Membro Titular

Dourados/MS, 04 de abril de 2014.

Biografia do Acadêmico

Daniele Guedes Ribeiro, nascida em Resende, Rio de Janeiro, no dia 12 de dezembro de 1977. Filha de Adrili Lanzarine Guedes e Sônia Regina da Silva Ribeiro. Bacharel em Ciências Biológicas, formada pela Faculdade Assis Gurgacz-FAG, Cascavel, Paraná.

Agradecimentos

Agradeço todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta para realização deste trabalho de pesquisa:

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família por todo apoio e incentivo.

Agradeço ao Dr. Prof. Rogério Silvestre pela confiança depositada, orientação segura, paciência e compreensão que sempre me dispensou, e que foram determinantes para a condução deste trabalho principalmente nos momentos mais complexos das atividades de pesquisa.

Ao Dr. Prof. Josué Raizer pelos esclarecimentos relativos às análises estatísticas e pelas sugestões de elevada pertinência, contribuindo de forma singular.

Aos funcionários do Parque Nacional do Itatiaia em especial o Dr. Léo Nascimento pela recepção, informação, apoio, incentivo e amizade, se prontificando sempre em prol da realização das atividades de pesquisas, também ao MSc. Gustavo W. Tomzhinski que prontamente disponibilizou dados referentes à sua dissertação.

Aos amigos pesquisadores e colaboradores: Prof. Dr. Valter V. Alves Júnior e Dr. Marcel Gustavo Hermes pelas valiosas sugestões, e ao MSc. Bolívar R. Garcete-Barrett pelas informações, artigos e identificações dos espécimes coletados.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Hymenoptera-UFGD (Família Hecolab): meu orientador Prof. Dr. Rogério Silvestre e seus orientandos: Bhrenno M. Trad, Davy Borges, Fabíola Bettinard, Felipe Varussa, Manoel F. Demétrio, Nelson R. Silva, Thainá Serena, Tiago Auko, Vander Carbonari, que sempre se colocaram a disposição, demonstrando companheirismo, profissionalismo e desprendimento. Obrigada também pelo incentivo e pelos momentos de alegria e descontração.

Agradeço o MSc. José Nicácio do Nascimento pela grande colaboração e ajuda com as análises estatísticas, sem as quais não seria possível evidenciar os resultados deste trabalho de pesquisa.

Agradeço também minha amiga Juliana Teixeira da Silva pelo tempo despendido e apoio na criação do banco de imagens.

Ao programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pelo apoio e incentivo, e pela presteza as inúmeras solicitações atinentes ao meu desenvolvimento acadêmico.

Aos indispensáveis companheiros de campo: Mauro Aparecido Ribeiro, Emily Guedes Ribeiro, David Guedes Ribeiro, Sônia Regina da Silva Ribeiro, Jonathan Veronese, Patrick Veronese, Renan Ribeiro e Raila Sant'Ana Rodrigues, sem vocês não seria viável a execução deste trabalho. Obrigada pelo apoio e amizade.

A CAPES, pela bolsa de mestrado concedida.

Dedicatória

“Entre aqueles que estudaram a história da Mata Atlântica e contemplaram a presença de seus arvoredos remanescentes, a Floresta Amazônica provoca especial alarme e presságio. O último serviço que a Mata Atlântica pode prestar, de modo trágico e desesperado, é demonstrar todas as terríveis consequências da destruição de seu imenso vizinho do oeste”.

Warren Dean

Dedico este trabalho de pesquisa a minha amada família, amigos e colegas que direta ou indiretamente ajudaram para a concretização de mais este sonho.

Sumário

Lista de Tabelas.....	IIX
Lista de Figuras	IX
Lista de Quadros e Imagens	X
Lista de Abreviações	XI
Resumo Geral.....	12
Abstract	13
1. Introdução Geral.....	14
1.1. Mata Atlântica.....	14
1.2. O Gradiente de altitude e a distribuição de espécies	15
1.3. A importância da conservação da fauna de vespas.....	17
2. Revisão Bibliográfica.....	18
2.1 Hymenoptera.....	18
2.1.1 Vespidae	20
2.1.2 Polistinae	21
2.1.3 Masarinae	22
2.1.4 Eumeninae.....	22
3. Objetivos	23
4. Hipóteses	23
5. Material e Métodos.....	24
5.1 Área de estudo.....	24
5.2 Amostragem	26
5.3 Análises	28
6. Resultados	29
7. Discussão.....	41
8. Conclusão	48
9. Referências Bibliográficas	49
10. Anexo	67

Lista de Tabelas

- Tabela 1: Abundância (N), Frequência (F) e Riqueza (S) das espécies de vespas coletadas nas diferentes áreas amostradas no Parna Itatiaia, seguindo o gradiente altitudinal 31
- Tabela 2: Descritiva do número de indivíduos com a comparação de Média (N= 87), avaliados nas seis altitudes, da Mata Atlântica, Parna Itatiaia-RJ de Dez/2012 a Dez/2013 ... 35
- Tabela 3: Componentes principais extraídas da ACP com os respectivos autovalores, % da variância explicada, e peso de cada variável e de cada componente, extraídos das amostras de vespas em 6 pontos altitudinais no Parna Itatiaia- RJ. 36
- Tabela 4: Componentes principais extraídas da ACP com os respectivos autovalores, % da variância explicada, α de Cronbach e peso de cada variável nos dois eixos, explicando a variância total 39
- Tabela 5: Análise bioindicadora individual (Indival) de espécies de Vespidae amostradas no Parna Itatiaia-RJ de Dez/2012 a Dez/2013 40

Lista de Figuras

Figura 1: Imagem de satélite da área de estudo no Parna Nacional do Itatiaia com indicação dos pontos de coleta e suas respectivas altitudes em relação ao nível do mar.	24
Figura 2: Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, pontos pesquisados com suas respectivas altitudes (P1) 630 m, (P2) 840 m, (P3) 1.200 m, (P4) 1.730 m, (P5) 1.965 e (P6) 2.204 m	25
Figura 3: Representação esquemática da pesquisa realizada no Parna Itatiaia- RJ, de Dez/2012 a Dez/2013.....	27
Figura 4: Curvas de acumulação de espécies de vespas em seis pontos (P) amostrados no Parna Itatiaia entre Dez/2012 a Dez/2013	32
Figura 5: Mapa de classes de incidência de radiação solar na área de estudo.....	33
Figura 6: Análise de ACP para a assembleia de vespas amostradas em diferentes fitofisionomias do Parna Itatiaia, com os respectivos autovalores, % da variância explicada e peso de cada variável.	36
Figura 7: Análise de componentes principais da relação entre variáveis expressando, calor e frio no eixo 1 e pluviosidade no eixo 2, e a abundância das espécies de Vespidae avaliada no Parna Itatiaia, RJ, de Dez/2012 a Dez/2013	38

Lista de Quadros e Imagens

Quadro 1: Localização dos pontos de coleta, coordenadas e os diferentes períodos amostrados no Parna Itatiaia-RJ	26
Quadro 2: Características ambientais das seis altitudes da mata atlântica no Parna Itatiaia, RJ de dez/2012 a dez/2013	34
Figura 2: Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, pontos pesquisados com suas respectivas altitudes (P1) 630 m, (P2) 840 m, (P3) 1.200 m, (P4) 1.730 m, (P5) 1.965 e (P6) 2.204 m	35

Lista de Abreviações

AE	Área de Estudo
ACP	Análise de componentes principais
AGNE	Agulhas Negras (refere-se à estação meteorológica de FURNAS)
CEPF	Critical Ecosystem Partnership Fund
GPS	Sistema de Posicionamento Global
H	Hora
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
Km	Quilômetro
KWH/m ²	Quilowatt-hora por metro quadrado
m	Metro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OMM	Organização Meteorológica Mundial
P	Ponto
Parna Itatiaia	Parque Nacional do Itatiaia
PQUE	Parque. Refere-se à estação meteorológica de FURNAS próxima à sede do Parque.
SISBio	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UC	Unidade de Conservação
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados

“EFEITOS DO GRADIENTE DE ALTITUDE, FITOFISINOMIAS E A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS NA COMUNIDADE DE VESPAS (HYMENOPTERA: VESPIDAE) NA MATA ATLÂNTICA”

Daniele Ribeiro Guedes; Rogério Silvestre

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Campus II – Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, CEP 79840-970, Dourados/MS. danysheik@hotmail.com; rogeriosilvestre@ufgd.edu.br

Resumo Geral

A ação antrópica na região sudeste do Brasil tem gerado grande fragmentação florestal, essas perturbações reduzem as populações de insetos, sobretudo daqueles com maior sensibilidade a alterações ambientais. A fauna de vespas Aculeata apresenta grande valor ecológico, pois são responsáveis por manter o equilíbrio populacional de diferentes grupos de insetos. Considerando o crescente interesse sobre a distribuição das espécies de vespas ao longo de gradientes de altitude a pesquisa foi desenvolvida no Parque Nacional do Itatiaia, com amostragens em seis faixas altitudinais, buscando verificar a abundância e a diversidade de espécies e relacioná-las às variáveis abióticas. O Parque Nacional do Itatiaia está localizado a noroeste do estado do Rio de Janeiro, apresenta como formação vegetal predominante a Mata Atlântica, com expressiva variedade de espécies, que se classifica como um conjunto de fisionomias e formações florestais distribuídas em faixas litorâneas, florestas de baixada, matas interioranas e campos de altitude, e pouco se conhece sobre a composição da fauna de vespas nesta unidade de conservação. Foram realizadas 36 amostras em períodos de quatro dias, distribuídas de forma aleatória entre Dezembro de 2012 e Dezembro de 2013. Um total de 398 indivíduos foi coletado de 29 espécies de vespas, distribuídas em duas subfamílias: Eumeninae e Polistinae. O número de indivíduos capturados diferiu significativamente entre a parte de baixa e alta e teve como principais fatores abióticos a temperatura, precipitação, insolação e radiação com expressiva influência no forrageamento da comunidade de Vespidae.

Palavra-chave: Eumeninae, Polistinae, Parque Nacional do Itatiaia, Distribuição, Conservação da Fauna.

Abstract

The anthropic action in southeastern Brazil has generated great forest fragmentation; these disorders reduce insect populations, especially those with greater sensitivity to environmental changes. The fauna of wasps Aculeate presents great ecological value, as they are responsible for maintaining the population balance of different groups of insects. Considering the growing interest of these species distribution along gradients of altitude, the research was developed in Itatiaia National Park, RJ, Brazil, sampling six altitudinal zones correlated the abundance and diversity of species with abiotic variables. The Itatiaia National Park is located in the northwest region of Rio de Janeiro State in Brazil, presented as predominant vegetation form the Atlantic Forest, with a significant variety of species, which is classified as a set of faces and forest formations distributed in coasts, lowland forests, inland forests and high altitude grasslands, and little is known about the composition of the fauna of wasps in this protected area. We take 36 samples in periods of four days, spread randomly within December 2012 and December 2013. In total 398 individuals were collected of 29 wasps species, distributed in two subfamilies: Eumeninae Polistinae. The number of captured individuals differed significantly between the proportion of low and high altitude and had as main abiotic factors the temperature, precipitation, solar radiation and radiation itself with significant influence on the foraging Vespidae community.

Key words: Eumeninae, Polistinae, Itatiaia National Park, Distribution, Faunistic Conservation.

1. Introdução Geral

1.1 A Mata Atlântica

O Brasil apresenta uma expressiva diversidade de ecossistemas, devido não só a sua grande área física como também a diversidade de climas e solos (Leitão Filho, 1987). A devastação de áreas florestais vem atingindo proporções cada vez maiores. Em consequência disso, a Floresta Atlântica, por exemplo, que é a formação florestal mais antiga do Brasil, estabelecida há pelo menos 70.000.000 de anos (Leitão Filho, 1987), possui a maior parte dos remanescentes na forma de pequenos fragmentos (Viana, 1995).

A Mata Atlântica brasileira é um dos 34 *hotspots* mundiais, sendo uma área prioritária para conservação (Conservation International do Brasil, 2005). Estas áreas, que são compostas por um mosaico de biodiversidade, abrigam mais de 60 % de todas as espécies terrestres do planeta, sendo este provavelmente o ecossistema mais devastado e mais seriamente ameaçado do planeta. Uma longa história de exploração dos recursos eliminou a maioria dos ecossistemas naturais, restando menos de 8% da sua extensão original da floresta (Pinto & Brito, 2005). Nas últimas três décadas, a perda e a fragmentação de habitats alteraram seriamente a maior parte da Mata Atlântica, levando a extinção local de muitas espécies. Ainda assim, o bioma provou ser extremamente resiliente, fato esse, evidenciado pela recuperação de algumas áreas e pela contínua descoberta de novas espécies (Pinto & Brito, 2005).

As ameaças à biodiversidade da Mata Atlântica agravam-se devido ao fato de que a região abriga aproximadamente 70% da população brasileira, estimada em 201.032.714 habitantes (IBGE, 2013). A maioria deles vive em grandes metrópoles, como São Paulo e Rio de Janeiro (Pinto & Brito, 2005). Um contingente populacional enorme que depende da conservação dos remanescentes da Mata Atlântica para a garantia do abastecimento de água, a regulação do clima, a fertilidade do solo, entre outros serviços ambientais. Obviamente, a maior ameaça ao precário equilíbrio da biodiversidade é justamente a ação humana aliada a pressão da sua ocupação e os impactos de suas atividades (Fundação SOS Mata Atlântica, 2007). Este bioma é considerado de importância prioritária para conservação biológica (Dário & Almeida, 2000), devido ao seu nível de ameaça e as altas taxas de endemismo, riqueza e diversidade, tanto da flora como da fauna. Estas características classificam a Floresta Atlântica como área de extrema importância biológica colocando-a em posição de destaque dentre as áreas consideradas como “hotspots” mundiais (Myers et al., 2000).

A Floresta Atlântica está presente tanto na região litorânea como nos planaltos e serras

do interior do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, ao longo de toda costa brasileira. A sua área principal ou central está nas grandes Serras do Mar e da Mantiqueira, abrangendo os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito do Santo (Rizzini, 1997).

Pela extensão que ocupa do território brasileiro, a Mata Atlântica apresenta um conjunto de ecossistemas com processos ecológicos interligados. As formações do bioma são as florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista (mata de araucárias), Estacional Semidecidual e Estacional Decidual e os ecossistemas associados como manguezais, restingas, brejos interioranos, campos de altitude e ilhas costeiras e oceânicas. Um exemplo da relação entre os ecossistemas é a conexão entre a restinga e a floresta, caracterizada pelo trânsito de animais, o fluxo de genes da fauna e flora, e as áreas onde os ambientes se encontram e vão gradativamente se transformando - a chamada transição ecológica (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998).

A riqueza e abundância de espécies de invertebrados fornecem uma grande base de informação para auxiliar na conservação da biodiversidade e manejo de reservas florestais (Pyle *et al.*, 1981; Murphy, 1997; Arouca, 2005). Devido ao seu curto ciclo de vida e capacidade de muitas gerações em pequeno espaço de tempo, respondem mais rapidamente às mudanças ambientais (com respostas demográficas e dispersivas) do que organismos com ciclo de vida mais longo, e também podem ser amostrados em maiores quantidades com escalas e técnicas mais refinadas do que organismos maiores (Lewinsohn *et al.*, 2005). A destruição e a fragmentação dos hábitat e o desmatamento são as causas mais diretas e imediatas da redução da diversidade de insetos sociais, não somente pela redução dos recursos florais, mas também pela escassez de locais de nidificação (Schwartz-Filho *et al.*, 2004).

A extinção de espécies como consequência de atividades antrópicas, leva à redução da diversidade e perda de potencialidades naturais que impulsionam a biotecnologia (Martins & Santos, 1999) e torna urgente o desenvolvimento de pesquisas que visam conhecer e quantificar a riqueza de espécies.

1.2 O Gradiente de altitude e a distribuição de espécies

A variação da riqueza de espécies ao longo de gradientes ambientais tem sido investigada em diferentes áreas geográficas e com diferentes táxons, na busca de padrões gerais (ex: vespas e abelhas: Marques, 2011; vespas solitárias: Santos, 2008; borboletas: Fleishman *et al.*, 1998; mosquitos: Devi & Jauhari, 2004; aranhas: Chatzaki *et al.*, 2005; Almeida Neto *et al.* 2006; Purcell & Avilés 2008; besouros: Escobar *et al.*, 2005; isópodes:

Sfenthourakis et al., 2005; mariposas: Beck & Chey, 2008; aves: Kattan & Franco, 2004; mamíferos: Geise et al., 2004, McCain 2004, 2005, 2007, Remonti et al., 2009; plantas: Bhattarai & Vetaas, 2006, Lovett et al., 2006).

Embora padrões de variação na riqueza de espécies ao longo de gradientes altitudinais venham sendo investigados nos dois últimos séculos (Grinnel & Storer, 1924; Whittaker, 1967; Whittaker & Niering, 1965; Terborgh, 1985), somente nas últimas décadas a generalidade desses padrões foram estudadas de forma detalhada (Grytnes & McCain, 2007). A descrição de padrões na variação da riqueza de espécies ao longo de gradientes ecológicos, incluindo o grau de generalidade dos mesmos, constitui um passo fundamental para o entendimento dos processos que regulam a diversidade de espécies em diferentes escalas. Sabemos que áreas próximas ao nível do mar abrigam mais espécies do que áreas mais elevadas numa mesma região. Mas, como exatamente a riqueza de espécies varia com o aumento da altitude e até que ponto podemos prever essa variação independente do grupo taxonômico considerado ou a localização geográfica de uma montanha?

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

O padrão mais frequentemente encontrado para a distribuição espacial da biodiversidade ao longo do gradiente altitudinal é o unimodal-parabólico, encontrado em muitos estudos realizados com diversos grupos taxonômicos de plantas (Kessler, 2001; Grytnes, 2003; Grau et al., 2007) e animais (Olson, 1994; Rahbek, 1997; McCain, 2004; Escobar et al., 2005; Rajão & Cerqueira, 2006; Rahbek et al., 2007). Diversos estudos de comunidades de Insecta em gradientes de altitude demonstraram a existência deste padrão (Ribeiro et al., 1993; Olson, 1994; Samson et al., 1997; Fisher, 1998; Sanders, 2002; Gontijo et al., 2005; Araújo et al., 2006; Brehm et al., 2007; Geraghty et al., 2007; Merrill et al., 2008; Santos, 2008; Williams et al., 2008; Hackenberger et al., 2009; Ober & Hayes, 2010). Segundo alguns autores, o padrão unimodal-parabólico é observado principalmente em áreas próximas ao nível do mar e gradientes de altitude menos elevados (Rahbek, 1995; Lomolino, 2001; Kluge et al., 2006).

Segundo a hipótese do Efeito do Domínio Médio (mid-domain effects) (Colwell & Hurtt, 1994; Cowell & Lees, 2000) sugerida para explicar esses padrões de distribuição da biodiversidade nos gradientes altitudinais, a maior diversidade nas altitudes intermediárias do gradiente (padrão unimodal-parabólico) possui relação com as barreiras entre as amplitudes de distribuição das espécies. Esta hipótese é constituída por um modelo nulo de distribuição de espécies, calculado pela posição e pelo tamanho das áreas de ocorrência de cada uma das espécies (Colwell & Lee, 2000; Colwell et al., 2004; Hawkins et al., 2005). Porém o Efeito do Domínio Médio é uma hipótese bastante simplificada, pois desconsidera diversos aspectos biológicos das espécies (Zapata *et al.*, 2003). Colwell et al. (2004) destacam que esta hipótese extrai componentes essenciais de padrões de biodiversidade importantes para estudos ecológicos, e sugere então a inclusão de fatores históricos na interpretação do modelo deste efeito.

Outra hipótese, que talvez possa explicar o padrão unimodal-parabólico é a hipótese do distúrbio intermediário (Connell, 1978) proposta inicialmente por Horn (1975). Na altitude intermediária as condições ambientais não são tão inóspitas como na base e no topo do gradiente; portanto, nesta cota altitudinal quando os fatores de perturbação atuam com intensidade moderada e frequente, evitam que as espécies mais competitivas excluam as demais, persistindo uma grande biodiversidade na comunidade.

Identificar características de populações e comunidades ao longo de gradientes geográficos ou ambientais tem sido interesse de muitos ecólogos (Rosenzweig, 1995; Kessler, 2009) e biogeógrafos (Almeida-Neto et al., 2006), uma vez que a distribuição dos organismos na natureza não é randômica (Simaiakis & Martínez-Morales, 2010). Tendo em vista que o problema básico da ecologia é determinar as causas da distribuição e abundância dos organismos (Krebs, 2001), considerável esforço vem sendo feito para documentar as diferenças entre esses dois aspectos e entender por que elas ocorrem (Pianka, 1999).

Apesar de o tema despertar o interesse dos cientistas, poucos trabalhos foram realizados verificando o efeito do gradiente de altitude sobre comunidades de invertebrados, refletindo, de modo geral, a grande lacuna que existe no conhecimento dos invertebrados (Otero et al. 2000).

1.3 A importância da conservação da fauna de vespas

Populações de vespas possuem tamanho efetivo e diversidade genética menores do que a de outros insetos, o que as tornam mais sensíveis às perturbações ambientais e propensas a extinções e, sob este aspecto, poderiam ser usados como bioindicadores de alterações ambientais (Morato et al., 2008).

As vespas sejam sociais, solitárias ou parasitoides, são de interesse especial para a conservação, pois são consideradas predadores predominantes nos ecossistemas terrestres, controlando as populações de diversos outros organismos e possuem grande variação em estrutura, fisiologia e comportamento (LaSalle & Gauld, 1993). A pressão de predação e parasitismo que exercem nos ecossistemas é grande e representa um mecanismo de regulação das populações das espécies de presas (LaSalle & Gauld, 1993; Cirelli & Penteado-Dias, 2003).

Vespas sociais constituem um grupo importante para o entendimento da evolução do comportamento social. O grupo apresenta uma série de características que refletem uma estrutura social elaborada tais como: provisão progressiva para a prole com presas mastigadas (formas adultas e imaturas de artrópodes), cuidado da prole até a emergência do adulto, reutilização das células de cria, compartilhamento do ninho por adultos de várias gerações, "trofalaxis" entre adultos, cooperação no cuidado da prole e divisão temporal reprodutiva de trabalho (Carpenter, 1991).

O relevante papel em ecossistemas terrestres desempenhado pelas vespas (LaSalle & Gauld, 1993; Altieri et al., 1993), torna qualquer esforço para conhecer e preservá-las altamente justificável (Amarante, 1999). Neste contexto inventários biológicos são ferramentas básicas para o levantamento inicial da biodiversidade biológica, bem como para o monitoramento de alterações de diferentes componentes desta biodiversidade, seja perante condições ambientais distintas, em resposta a impactos de processos naturais ou de atividades humanas (Lewinsohn et al., 2001; Gayubo et al., 2005).

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Hymenoptera

A ordem Hymenoptera constitui uma das quatro grandes ordens de insetos, juntamente com Coleoptera, Diptera e Lepidoptera, sua diversidade possivelmente ultrapassa a de Diptera, ficando abaixo de Coleoptera e possivelmente de Lepidoptera. Possuem entre 110 mil a 130 mil espécies descritas (Gaston, 1993; Gaston et al., 1996) e espera-se que, com novos estudos taxonômicos, principalmente da fauna das regiões tropicais que ainda permanece pouco estudada, e das famílias contendo parasitoides muito pequenos, será encontrado um total entre 300 mil a 3 milhões de espécies viventes de Hymenoptera (Gaston et al., 1996).

Os himenópteros são conhecidos popularmente como vespas, abelhas e formigas - 'abelha' e 'formiga' que correspondem respectivamente a membros das famílias Apidae e

Formicidae, já o termo 'vespa' se refere a todos os demais membros da ordem (Melo et al., 2012). Segundo Hanson e Gauld (1995), os Hymenoptera são abundantes e ocupam os mais diversos tipos de ambientes. Esta ordem se subdivide em dois grandes grupos, porém sem monofilia comprovada: os Symphyta, onde a maioria das espécies é fitófaga, e os Apocrita, onde a maioria das espécies é entomófaga, que se subdividem novamente em Parasitica e Aculeata, neste último, entre outras, encontra-se a superfamília Vespoidea (Sharkey, 2007).

No Brasil, são conhecidas cerca de 10 mil espécies e estima-se que possam existir cerca de 70 mil (Melo et al., 2012). Toda essa diversificação se deu a partir do início da era Mesozoica, mais especificamente no Triássico superior, há 230 milhões de anos, idade aproximada dos registros fósseis mais antigos conhecidos de himenópteros (Rasnitsyn, 2002; Grimaldi & Engel, 2005). A origem e evolução das angiospermas têm um papel fundamental na diversificação dos himenópteros a partir de processos coevolutivos, principalmente entre os grupos polinizadores (Grimaldi & Engel, 2005). Evidências paleontológicas indicam que a co-radiação da maioria dos grupos de insetos visitantes florais e as angiospermas começaram no Cretáceo (Grimaldi, 1999), precedidos no fim do Jurássico e início do Cretáceo por insetos com partes bucais mastigadoras ou picadoras, provavelmente utilizado para alimentação de seiva de plantas ou pólen de gimnospermas (Labandeira, 1997). Algumas adaptações para a visitação floral envolvem o desenvolvimento de um elaborado sistema sensorial, o acréscimo de habilidades de voo e a especialização das peças bucais (Krenn et al., 2005).

O grupo denominado como vespas engloba uma grande diversidade de insetos, que apresenta comportamentos variados: fitófagos, carnívoros, predadores e parasitóides (Prezoto et al., 2008). Além disso, destacam-se nos estudos de evolução do comportamento social, já que possuem comportamentos que variam desde o solitário até o altamente social (Wilson, 1975; Reeve, 1991).

As vespas correspondem a 68 mil espécies conhecidas, atuando em importantes interações ecológicas como predação ou parasitismo, além da polinização. As vespas adultas alimentam-se de líquidos corporais de presas, néctar, mel, exudatos (“honeydew”) de homópteros, sucos de frutas maduras e outros produtos açucarados, conteúdos celulares e água. Estas substâncias são, muitas vezes, armazenadas como gotas viscosas nas células dos ninhos, onde elas também aprovisionam alimentos de origem animal (Krombein & Norden, 1997; Morato & Campos, 2000; Carpenter & Marques, 2001). Dois fatores são importantes para a manutenção de populações de vespas predadoras no ambiente em que vivem: locais adequados para a construção de ninhos e quantidade suficiente de presas para seu aprovisionamento. Por

isso, alterações na disponibilidade de locais para nidificação e na abundância de presas devem produzir variações correspondentes na estrutura de ninhos (como por exemplo, no número de células), na densidade populacional, assim como na diversidade de espécies (Evans, 1966).

2.1.1 Vespidae

Os Vespidae também são popularmente conhecidos como vespas, marimbondos ou cabas. Algumas espécies de vespas são sensíveis a mudanças ambientais, podendo ser utilizadas como bioindicadores ambientais (Lasalle & Gauld, 1993). Embora a maioria das espécies seja registrada em ambientes naturais, algumas costumam ocorrer em áreas antropizadas, atuando de forma decisiva no equilíbrio trófico das comunidades de artrópodos. A ambiguidade alimentar das vespas as coloca em situação privilegiada para estudos sobre teias alimentares, como herbívoras, na coleta de néctar e pólen ou predadoras, na captura de larvas e insetos menores, tornando-se importantes controladores biológicos (Raposo Filho & Rodrigues, 1983; Resende et al. 2001). A função que este grupo exerce no transporte do pólen torna-o parte da comunidade de polinizadores de algumas espécies vegetais (Hermes & Köhler, 2006; Sühs et al. 2009).

As vespas medem entre 5,5 até 25 mm de comprimento, com coloração do corpo que pode variar entre o amarelo com marcas negras até o negro (Borror & DeLong, 1988). São comumente divididas em dois grupos: Parasítica e Aculeata, sendo que em Parasítica encontram-se os representantes de hábito parasitóide de ovos, larvas e adultos de outros artrópodes. Já os Aculeata apresentam o ovipositor bem desenvolvido em um ferrão injetor de veneno, que é utilizado primariamente na paralisação das presas que serão utilizadas na alimentação de suas crias, mas também é utilizado para a defesa (Brandão, 1999). Esta família está distribuída por todo o mundo e é constituída por cerca de 4.500 espécies descritas, divididas em 268 gêneros (Mason et al., 2006) composta por seis subfamílias monofiléticas e uma extinta: Priorvespinae (extinta), Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae (Carpenter & Rasnitsyn, 1990; Carpenter & Marques, 2001). No Brasil ocorrem Eumeninae e Masarinae, que são espécies solitárias até primitivamente sociais; Polistinae de hábito eussocial (Carpenter & Marques, 2001; Cowan, 1991).

As vespas solitárias são representadas por grupos heterogêneos, incluindo representantes da superfamília Vespoidea, como Pompilidae, Eumeninae, Thiphidae, e representantes de Apoidea, Crabronidae e Sphecidae, como exemplos. Estas vespas são coletivamente predadoras, mas cada grupo possui particularidades, como exemplo, os Pompilidae que são vespas caçadoras de aranhas (Hanson & Gauld, 1995). Esses

himenópteros de comportamento solitário caracterizam-se pela ausência de sobreposição de gerações; a fêmea constrói o ninho, aprovisiona, realiza a postura e fecha as células do ninho e, após realizar estas tarefas, geralmente morre sem entrar em contato com a prole ou integrantes da próxima geração (Krombein, 1967; Alves-dos-Santos, 2002). Os hábitos de nidificação variam da escavação de ninhos no solo, até a sua construção utilizando barro, fibras vegetais e resina (Krombein, 1967; Morato & Campos, 2000).

Já as espécies de vespas sociais consideradas euriécias, apresentam ampla valência ecológica, podendo variar seus hábitos de nidificação em função das condições ambientais e substratos de nidificação disponíveis (Wenzel, 1991; Marques et al., 1993; Santos & Gobbi, 1998); contudo, espécies estenoécias apresentam limites restritos de valência ecológica nidificando apenas em locais com condições específicas (Dejean et al., 1998; Cruz et al., 2006; Silva-Pereira & Santos, 2006; Santos et al., 2007). As espécies de vespas sociais que nidificam somente em determinadas condições selecionam os locais de seus ninhos pela densidade e tipos de vegetação, se aberta ou fechada, bem como pela forma e disposição de folhas e outras estruturas vegetais (Machado, 1982; Wenzel, 1991; Diniz & Kitayama, 1994; Dejean et al., 1998; Santos & Gobbi, 1998). Lawton (1983) e Santos et al. (2007) demonstraram que ambientes com estrutura mais complexa possibilitam o estabelecimento e sobrevivência de mais espécies de vespas sociais.

Sabe-se que destruição e a fragmentação dos habitat e o desmatamento são as causas mais diretas e imediatas da redução da diversidade de insetos sociais, não somente pela redução dos recursos florais, mas também pela escassez de locais de nidificação (Schwartz Filho et al., 2004).

Os inventários de vespas sociais ainda são escassos no país, estando distribuídos principalmente no sudeste, sendo que suas regiões amostradas englobam áreas de Floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântica (Santos et al., 2007; Silveira 2002; Souza & Prezoto, 2006). Na Mata Atlântica a fauna de vespas sociais possui espécies que não ocorrem em áreas de Cerrado (Souza & Prezoto, 2006; Elpino-Campos et al., 2007), florestas ripárias (Souza et al, 2010A), Campo Rupestre (Souza et al., 2010B; Prezoto & Clemente, 2010) e áreas de pastagem (Aquad et al., 2010).

2.1.2 Polistinae

Os insetos conhecidos popularmente como “marimbondos” são representados pelas vespas da subfamília Polistinae (Vespidae), e assim como abelhas, formigas e cupins apresentam elevados níveis de organização e socialidade (Wilson, 1971). A identificação

deste grupo ocorre através da presença dos seguintes caracteres morfológicos: mesoescuto sem paratégula, frequentemente com uma lamela vertical ao longo da margem posterior e garras tarsais não dentadas (Carpenter & Marques, 2001).

Os Polistinae são encontrados em todo mundo, mas a maior diversidade é constatada em regiões tropicais, especialmente na Região Neotropical, sua fauna mundial é constituída por 26 gêneros e mais de 950 espécies. Segundo Carpenter (2004), esta subfamília encontra-se dividida em Polistini, Mischocyttarini, Ropalidiini e Epiponini. Com exceção de Ropalidiini, todas as outras três tribos possuem grande diversidade no Brasil, com ocorrência de 23 gêneros e 304 espécies (104 endêmicas) distribuídas entre Polistini (*Polistes*, com 38 espécies) Mischocyttarini (*Mischocyttarus*, com 117 espécies) e Epiponini (demais gêneros e 149 espécies) (Carpenter, 1993; Carpenter & Marques, 2001; Carpenter, 2004).

2.1.3 Masarinae

A subfamília Masarinae ocorre principalmente em regiões quentes e secas do mundo, é formada por duas tribos Gayellini e Masarini (Carpenter, 1981; Carpenter & Marques, 2001) com aproximadamente 300 espécies atualmente reconhecidas (Gess, 1996; Carpenter & Marques, 2001). No Brasil há registro de três gêneros e seis espécies. As vespas dessa subfamília destacam-se por serem as únicas entre os vespídeos a aprovisionarem os ninhos inteiramente com pólen e néctar (Gess, 1996; Garcete-Barrett & Carpenter, 2000; Carpenter & Marques, 2001). Esta característica levou-as a serem conhecidas como “vespas do pólen”. Os caracteres morfológicos observados para identificação dos masaríneos são: asas anteriores, em repouso, não dobradas longitudinalmente quando em repouso, primeira célula distal mais curta que a célula subbasal ou duas submarginais (Carpenter & Marques, 2001).

2.1.4 Eumeninae

Eumeninae é a linhagem primária de Vespidae, um grupo abundante e muito diversificado, com a maior riqueza de espécies na família. São predadores, principalmente de larvas de Lepidoptera e constroem ninhos nos quais, normalmente com barro. A maioria das espécies dessa subfamília é solitária, mas algumas são primitivamente sociais, são comuns em muitos ecossistemas e por vários aspectos de seu comportamento (Carpenter & Garcete-Barrett, 2002; Cowan, 1978). Este grupo é morfológicamente reconhecido por possuir garras tarsais bífidas e presença de paratégula no mesoescuto (Carpenter & Marques 2001). Os eumeníneos possuem mais de 3.000 espécies distribuídas por todo o mundo (Carpenter & Marques, 2001; Carpenter & Garcete-Barrett, 2005), as quais são classificadas em 210 gêneros (Sarmiento &

Carpenter, 2006). No Brasil, segundo Carpenter & Marques (2001), existem aproximadamente 277 espécies registradas, organizadas em 31 gêneros, entretanto, esse total é subestimado pelo fato dos Eumeninae não serem coletados de forma tão intensa.

3. Objetivos

Neste trabalho abordamos as variáveis que estão mais diretamente ligadas às questões do gradiente altitudinal, condicionando-os aos fatores ecológicos de fitofisionomia e abióticos: como a incidência de radiação solar, insolação, precipitação, temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

Este trabalho teve como premissa conhecer a diversidade da família Vespidae e avaliar a abundância e riqueza de espécies desses insetos que compõem a comunidade do Parque Nacional do Itatiaia (Parna Itatiaia). Também, verificar a similaridade dessas vespas entre as diferentes fitofisionomias e o gradiente de altitude. Buscou-se ainda comparar o efeito dos fatores abióticos sobre a atividade de forrageamento das espécies de vespas capturadas, a influência da altitude no número de vespídeos, e averiguar a existência de espécies bioindicadores de características fitofisionômicas.

4. Hipóteses

O estudo em montanhas tem evidenciado dois principais padrões de distribuição da riqueza ao longo do gradiente de altitude: 1) redução da riqueza de espécies com o aumento da altitude e 2) aumento da riqueza de espécies em altitudes intermediárias, seguido por uma redução da riqueza com o aumento da altitude (Rahbek, 1995). Considerando as premissas de espécie/área esperamos que as altitudes baixas sejam mais diversas em relação à fauna de Vespidae, devido ao efeito cônico de montanhas.

Partiu-se do pressuposto que áreas prístinas de Floresta Atlântica abrigam uma maior diversidade de espécies, desta forma a diferença da diversidade de espécies de vespídeos pode ser influenciada pelas características do tipo de vegetação local, ou seja, de um ponto de coleta ao outro com características de área aberta e fechada, além das diferentes fontes de calor (radiação e insolação) e luminosidade. A hipótese nula testada é de que a diversidade de Vespidae não está exclusivamente relacionada ao gradiente de altitude.

A composição da flora e os fatores abióticos são componentes preponderantes na diversidade e na abundância de Vespidae. Acredita-se que alguns grupos de espécies possam

responder diferentemente à variação dos fatores abióticos e ecológicos observados nos sítios amostrados no Parna Itatiaia.

5. Material e Métodos

5.1 Área de estudo

As coletas ocorreram em seis pontos distribuídos no Parque Nacional do Itatiaia (Parna Itatiaia) (Figura 1) situado no Sudeste do Brasil, na região da Serra da Mantiqueira ($44^{\circ}34' - 44^{\circ}42'W$ e $22^{\circ}16' - 22^{\circ} 28'S$) no noroeste do estado do Rio de Janeiro, nos municípios de Resende e de Itatiaia e ao sul de Minas Gerais, nos municípios de Alagoa, Bocaina de Minas e de Itamonte. É a primeira Unidade de Conservação no Brasil, criado em 14 de junho de 1937, através do Decreto Federal nº 1.713 (IBDF, 1982), com uma área de 300 Km².

Sua fauna é constituída por mais de 64 espécies de sapos, 294 de aves e 67 de mamíferos. Entre os artrópodes, os insetos constituem o grupo mais representativo, já tendo sido registradas mais de 50.000 espécies no Parna Itatiaia, sendo pelo menos 90 são exclusivas da Parte Alta (IBAMA, 1994).



Figura 1: Imagem de satélite da área de estudo no Parna Itatiaia com a indicação dos pontos de coleta e suas respectivas altitudes em relação ao nível do mar.

A vegetação do Parna Itatiaia é considerada protegida por encontrar-se dentro de uma área de preservação permanente e, embora, ainda seja bastante impactada por atividades humanas, sua integridade e importância ecológica vêm sendo mantida ao longo dos anos (Silva Neto & Peixoto, 2012), sua formação vegetal predominante é a Mata Atlântica, com

expressiva variedade de espécies, que se classifica como um conjunto de fisionomias e formações florestais distribuídas em faixas litorâneas, florestas de baixada, matas interioranas e campos de altitude (Figuras 2). Segundo Pereira et al. (2006), a flora arbórea das florestas do maciço do Itatiaia pode ser considerada como uma das de maior riqueza florística entre áreas de Floresta Ombrófila Montana no sudeste do Brasil. Conforme o sistema de classificação proposto no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992), a vegetação do Itatiaia se distribui em Floresta Ombrófila Densa Montana até a altitude de 1.500 m, Floresta Ombrófila Densa Alto Montana, acima de 1.500 m de altitude; Floresta Ombrófila Mista Montana em altitudes de cerca de 1.200 m com a presença de *Araucaria angustifolia* Kuntze 1898, e Floresta Estacional Semidecidual Montana na vertente continental do parque acima de 500 m de altitude (Santos & Zikan, 2000). A araucária aparece a cerca de 1.600 m no lado ocidental da serra e a 1.900 m no lado oriental, enquanto a outra espécie de pinheiro, *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., se concentra na região da Serra Negra.

O relevo é um fator de relevância para o clima na região do Itatiaia (IBDF, 1982); seguindo o sistema de Köppen-Geiger seu clima é do tipo Cw, variando em função da altitude e são classificados em dois tipos: Cwb, mesotérmico com verão brando e estação chuvosa no verão e inverno seco nas partes mais elevadas, acima de 1.600 m de altitude, e Cpb, mesotérmico com verão brando e sem estação seca bem definida nas partes baixas das encostas das montanhas.



Figura 2: Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, pontos pesquisados com suas respectivas altitudes, (P1) 630 m, (P2) 840 m, (P3) 1.200 m, (P4) 1.730 m, (P5) 1.965 m e (P6) 2.204 m.

Nas partes mais altas do parque (encostas montanhosas), a vegetação que predomina na paisagem é a de campos de altitudes, nesta parte estão localizados os pontos culminantes do

parque, o Pico das Prateleiras (2.548 m) e o Pico das Agulhas Negras (2.787 m), o ponto mais alto do Estado do Rio de Janeiro e o sétimo mais alto do Brasil. Os rios que cortam este parque são curtos e encachoeirados (Prefeitura Municipal de Itatiaia, 2012).

Segundo Brade (1956), as matas higrófilas subtropicais mostram, principalmente acima dos 1.700 m, composição e aspecto bastante diferentes das florestas de altitude mais baixa, com árvores de menor porte, entremeadas com uma vegetação arbustiva e densa e o solo coberto por musgos e pteridófitas.

5.2 Amostragem

As coletas foram realizadas no Parna Itatiaia, durante nove meses, de Dezembro de 2012 a Dezembro de 2013, em 6 pontos com diferentes altitudes, (Quadro 1); para a execução desta pesquisa de campo, preliminarmente eram sorteados aleatoriamente 2 pontos, um em, sendo estes trabalhados alternadamente em períodos de 4 dias/mês diurnamente das 09:00h às 17:00h. Obteve-se um total de 18 amostras em 36 dias de coleta, cada uma equivalendo a 2 dias (16 horas) de trabalho por ponto, completando um esforço amostral de 32h/mês, totalizando 288h de atividade (Figura 3).

Quadro 1: Localização dos pontos de coleta, coordenadas e os diferentes períodos amostrados no Parna Itatiaia-RJ.

Ponto	Coordenadas Geográficas	Altitude	Meses de amostragem/Ano
1	22°27'11.8"S - 44°36'27.4"W	630 m	Dezembro/2012- Outubro - Dezembro/2013
2	22°27'2.62"S - 44°36'38.5"W	840 m	Fevereiro-Abril-Julho/2013
3	22°25'42.91"S - 44°37'10.25"W	1.200 m	Março- Agosto- Setembro/2013
4	22°20'3.22"S - 44°42'38.31"W	1.730 m	Fevereiro-Julho-Outubro/2013
5	22°21'57.62"S - 44°44'44.84"W	1.965 m	Dezembro/2012-Abril-Setembro/2013
6	22°24'29.96"S - 44°39'3.99"W	2.204 m	Março-Agosto-Dezembro/2013

As áreas estudadas foram balizadas por ponto de um a seis, conforme coordenadas geográficas da tabela 1, que referenciam as seis faixas de altitude (Figura 3); buscou-se durante a coleta dos espécimes, manter a concentração próxima ao ponto-baliza para manter o nível de altitude, controlando esta variação em até 150 m para mais ou para menos, evitando misturar os efeitos altitudinais, para isso foi utilizado como equipamento de apoio um receptor de GPS (Garmin-Legend HCx).

Apresenta-se, abaixo, o esquema geral de amostragens realizadas nas áreas do Parna Itatiaia.

→ Coletas: 6 x  = 36 dias (8h/dia = 288 horas)

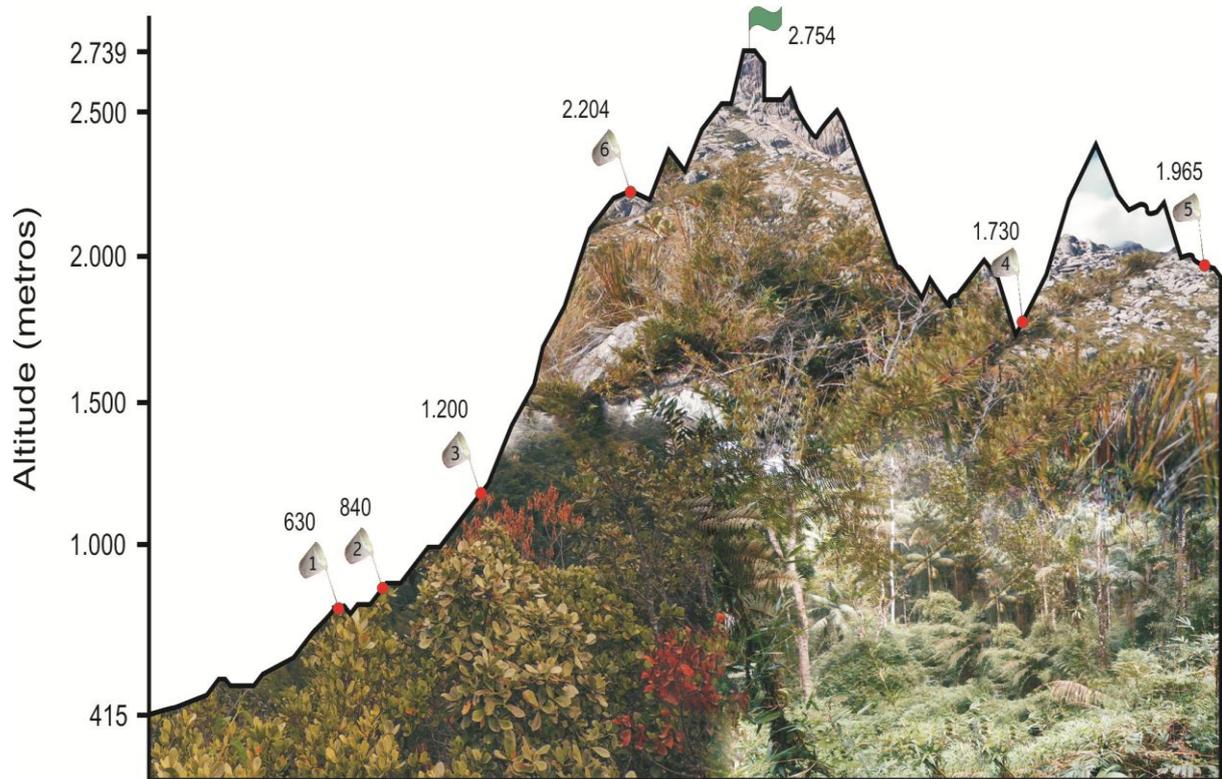


Figura 3: Representação esquemática da pesquisa com vespas realizada no Parna Itatiaia- RJ, de Dez/2012 à Dez/2013.

A captura dos indivíduos foram realizadas em trilhas com auxílio de rede entomológica (puçá). Os exemplares capturados foram mortos logo após a coleta, por imersão em álcool 96%. No Laboratório de Ecologia de Hymenoptera da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, estes exemplares foram triados, alfinetados e pré-identificados seguindo as chaves dicotômicas para gêneros e espécies disponíveis (Richards, 1978; Cooper, 1997; Carpenter & Marques, 2001; Pickett & Wenzel 2007; Silveira, 2008). As vespas foram levadas para a Universidade Federal do Paraná - UFPR para confirmação e refinamento da identificação em nível de espécie com o especialista MSc. Bolívar R. Garcete-Barrett. Todas as espécies identificadas estarão disponíveis no Museu de Biodiversidade da UFGD – Mubio para posteriores comparações.

O método de coleta de busca ativa, realizado com ação direta do coletor, consistindo na procura e captura de indivíduos em voo, apresentou melhor desempenho em relação à descoberta das espécies de Vespidae. Outros métodos foram empregados (armadilha aérea e

pratos armadilha, também denominados de armadilhas Moericke ou Pan traps, ambas tendo como isca líquido atrativo), porém se mostraram ineficazes e foram descartados, provavelmente devido ao curto período de exposição e também a presença constante de chuva nos períodos de coleta.

Os espécimes foram coletados e transportados com autorização do SISBIO, para atividades com finalidade científica de acordo com art. 33 da IN 154/2009, registrado sob número 36153-1, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Ministério do Meio Ambiente - MMA.

5.3 Análises

Para comparações entre as composições de espécies do Parna Itatiaia, foi utilizada a curva de rarefação modelo de Hulbert (1971), que plota o número de espécies pelo número total de indivíduos, permitindo comparações entre áreas com densidades diferentes de insetos. O cálculo do esforço amostral para a taxa de riqueza de espécies associada à amostra contendo o número de indivíduos entre os valores observados e esperados baseou-se na técnica de rarefação individual (função Log Gamma) de Krebs (1989). A curva de rarefação é suficiente para avaliar o número total de espécies da comunidade de vespas em relação ao tamanho da amostra e o número de indivíduos (abundância) coletados e não iguais entre os pontos. Verificou-se uma estabilidade da indicação de um esforço amostral satisfatório, representado pela riqueza de espécies e o número de amostras para cada ambiente.

Para a realização das análises e comparações, as espécies de Vespidae capturadas foram relacionadas ao gradiente de altitude em que se encontravam e aos fatores abióticos.

Os dados das variáveis, número de indivíduos (N), precipitação, insolação e radiação (KWH/m) foram testados pela (TCM) Teste Games-Howell com randomização de Bootstrap de 1.000 repetições.

A relação entre as variáveis de altitude, radiação, precipitação, temperatura máxima e mínima, insolação, umidade relativa e velocidade do vento foi reduzida por análise de componentes principais (ACP) descrito por Pearson (1901). A variância total destas variáveis originais e a consistência interna da ortogonalidade de cada componente medida com α de Cronbach, de modelo simétrico, valorizando os pesos dos atributos (variáveis abióticas e fitofisionomia) e os objetos (espécies).

Para a avaliação da dissimilaridade das espécies de Vespidae foi empregado a distância Euclidiana (Sneath & Sokal, 1973), (presença e ausência) com o método aglomerativo AVERAGE. Para validar a matriz de dissimilaridade foi utilizado o coeficiente Cofenético,

evidenciando a existência de grupos. As diferenças entre grupos foram randomizadas com análise da variância (ANOSIM).

Foi construída uma matriz de similaridade em Modo R, com a estratégia pelo método de agrupamento em UPGMA (método não ponderado de agrupamento aos pares por média aritmética), definido também como ligação por média de grupo, dando mesmo peso aos objetos. Este método produz uma menor distorção dos dados iniciais que pode ser utilizada independente do coeficiente e com a medida de distância Euclidiana (Sneath & Sokal, 1973).

Para as análises foram utilizados os programas computacionais PAST, v. 1.37 (Hammer et al., 2005), Dives (Rodrigues, 2005) e o software R (Development, 2013).

O mapa de classes de incidência de radiação solar gerado pela ferramenta Area Solar Radiation do software ARCGis®, que calcula a incidência total anual de radiação solar em determinada área, considerando o ângulo de incidência nas diferentes épocas do ano, latitude, efeitos atmosféricos e fatores relacionados à topografia, como elevação, declividade, orientação da encosta e sombra causada pelo relevo. A mensuração dos valores de incidência de radiação solar foi obtida a partir da obtenção de dados brutos das estações pluviométricas AGNE e PQUE – 1984 a 2011 (FURNAS, 2011), não publicados, fornecidos para uso em pesquisa mediante autorização, disponível on-line (http://www.icmbio.gov.br/parnaitaia/images/Boletins_de_Pesquisa/bpni_v15.pdf), elaborado por Tomzhinski, 2012 disponível no Boletim de Pesquisa Número 15 do Parna Itatiaia.

As temperaturas mínimas e máximas foram registradas com a utilização de um aparelho portátil, Termo Higrômetro Digital (Equitherm), os dados de precipitação, umidade relativa, insolação e velocidade média do vento para a região do Parque Nacional do Itatiaia foram extraídos da estação automática de Resende/RJ – INMET- 22°43'S, 44°45'W; Altitude: 439,89m. (OMM:83738).

6. Resultados

Foram coletados 398 espécimes de Vespidae, em 29 espécies, distribuídos em duas subfamílias, Eumeninae com 8 gêneros e 9 espécies, e Polistinae (03 tribos) com 6 gêneros e 20 espécies, totalizando 14 gêneros capturados em seis pontos com diferentes altitudes no Parna Itatiaia entre Dez/2012 a Dez/2013.

O resultado da abundância de espécies comparada entre as diferentes altitudes (P1, P2 e P3) e (P4, P5 e P6) sendo altamente significativo (teste Kruskal wallis: $X^2 = 49,93$; g.l.= 1; ($p < 0,001$)). Os pontos 1, 2 e 3 foram os mais abundantes com 331 indivíduos, sendo 3,9 vezes

superior aos pontos 4, 5 e 6 que somou 67 espécimes de vespas. O P1 foi o mais abundante com 158 vespas amostradas, seguindo o P2 e P3. Dentre os pontos, o P6 teve o menor número de indivíduos (Tabela 1).

Das 20 espécies de Polistinae, três tiveram maior representatividade totalizando 55,8% dos espécimes capturados, *Agelaia angulata* com 33,7% e *Agelaia vicina* com 13,3% presentes nos pontos 1, 2, 3, 4 e 6, ausente no ponto 5; e *Polybia flavifrons hecuba* com 8,8% presente nos pontos 1, 4, 5 e 6 de coleta; das 9 espécies de Eumeninae, obtiveram maior destaque dentro do grupo, *Pachymenes ater* com 5% presente nos pontos 1, 2, 3, 4 e 6 e *Stenonartonia flavotestacea* com 3% presente nos pontos 1, 2, 3 e 4 (Tabela 1).

A subfamília Polistinae representa 86,4% do valor total de indivíduos de Vespidae capturados, sendo seis vezes mais abundante que Eumeninae com 13,6%. Constam como as espécies mais abundantes e mais frequentes de Polistinae: *Agelaia angulata* e *Agelaia vicina* (ausente somente no P5), *Polybia flavifrons hecuba* ausente nos pontos 2 e 3. Na sequência registrou-se *Mischocyttarus parallelogrammus* também como uma das mais abundantes, com registro para os pontos de baixa de altitude (P1, P2 e P3), e *Polybia punctata* como uma das mais frequentes (P1, P2, P3 e P6).

No grupo Eumeninae as espécies mais abundantes foram *Pachymenes ater* (ausente somente no P5), *Stenonartonia flavotestacea* (ausente no P5 e P6 e presente nos demais pontos) e *Hypodynerus arechavaletae* (presente no P1 e P5), e as mais frequentes foram: *Pachymenes ater*, *Stenonartonia flavotestacea*, *Stenosigma allegrum* presentes no P1, P2 e P3 e *Hypodynerus arechavaletae*.

As espécies com registro único (singletons) de Polistinae foram *Polybia ignobilis*, *Polybia jurinei*, *Protonectarina sylveirae* e *Mischocyttarus* sp. 02 e de Eumeninae, *Pseudodynerus subapicalis*, *Zethus discoelioides* e *Zethus brasiliensis brasiliensis*. O P1 apresentou a maior riqueza de espécies em relação aos demais pontos e o P5 a menor (Tabela 1).

Do total de indivíduos capturados, o P1 obteve maior valor percentual em relação aos demais pontos, com subtotal de 34,4% para o grupo Polistinae e 5,3% para Eumeninae. O P5 foi o menos abundante, considerando as duas subfamílias, representando 2,8% da amostra total.

Os subtotais em porcentagem basearam-se no número de indivíduos das espécies de vespas coletadas dentro de cada ponto, calculados para Polistinae e Eumeninae, correspondendo ao valor total da amostra e à frequência, separadamente, em relação a cada subfamília (Tabela 1).

Tabela 1: Abundância (N), Frequência (F) e Riqueza (S) das espécies de vespas coletadas nas diferentes áreas amostradas no Parna Itatiaia, seguindo o gradiente altitudinal.

Taxon	Pontos (P), Abundância (N), Frequência (F) e Riqueza (S)													
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		Total	
	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F
Polistinae														
Epiponini														
<i>Agelaia angulata</i> (Fabricius, 1804)	37	3	44	3	32	3	7	1	-	-	14	2	134	12
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	5	2	3	1	2	1	-	-	-	-	-	-	10	4
<i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854)	28	3	10	3	12	2	1	1	-	-	2	1	53	10
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	2	2	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday 1836)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Polybia jurinei</i> Saussure, 1854	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Polybia fastidiosuscula</i> Saussure, 1854	1	1	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	3	3
<i>Polybia flavifrons hecuba</i> (Richards, 1951)	5	2	-	-	-	-	9	1	7	1	14	2	35	6
<i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	6	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	7	3
<i>Polybia paulista</i> (Ihering, 1896)	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Polybia platycephala sylvestris</i> Richards, 1978	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Polybia punctata</i> Buysson, 1908	2	1	-	-	2	1	1	1	-	-	2	1	7	4
<i>Protonectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
Mischocyttarini														
<i>Mischocyttarus</i> sp. 01	2	1	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	5	2
<i>Mischocyttarus</i> sp. 02	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Mischocyttarus</i> sp. 03	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1935	10	2	8	2	2	2	-	-	-	-	-	-	20	6
<i>Mischocyttarus socialis</i> (Saussure, 1854)	2	2	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	11	5
Polistini														
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1971)	29	3	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	39	5
<i>Polistes cinerascens</i> Saussure, 1857	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2
Eumeninae														
<i>Ancistrocerus flavomarginatus</i> (Brèthes)	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Hypodynerus arechavaletae</i> (Brèthes, 1903)	1	1	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	5	3
<i>Omicron</i> sp.	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2
<i>Pachymenes ater</i> (Saussure, 1852)	6	2	7	2	4	1	1	1	-	-	2	1	20	7
<i>Pseudodynerus subapicalis</i> (Fox)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Stenosigma allegrum</i> (Zavattari, 1912)	1	1	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	4	3
<i>Stenonartonia flavotestacea</i> (Giordani Soika, 1941)	3	1	1	1	7	2	1	1	-	-	-	-	12	5
<i>Zethus brasiliensis brasiliensis</i> Saussure	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Zethus discoelioides</i> Saussure, 1852	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Abundância	158	40	105	26	68	16	22	8	11	3	34	7	398	100
Riqueza de espécies	25	-	16	-	11	-	8	-	2	-	5	-	-	-

A curva de rarefação do esforço amostral foi suficiente para avaliar o número total de espécies da comunidade de vespas quanto ao tamanho da amostra e o número de indivíduos (abundância) coletados e não iguais entre os pontos. Dos seis ambientes estudados estabilizaram-se cinco e um não atingiu o número de amostras suficiente para estabilizar a abundância das espécies, dentro do número de amostras efetuadas para cada ambiente avaliado.

O número de indivíduos esperado com base no número de amostras atingiu um tamanho padrão e observou-se que o P1, P2 e P3 estabilizaram-se a partir de 16 amostras. Os pontos 5 e 6 se estabilizaram em 8 amostras. O P4 foi o único que não atingiu o padrão do tamanho de amostras suficiente para estabilizar a abundância das espécies avaliadas, requerendo continuidade de repetição (Figura 4). O número de indivíduos e o tamanho da amostra foram suficientes para representar o padrão de abundancia das espécies nos diferentes locais de altitude.

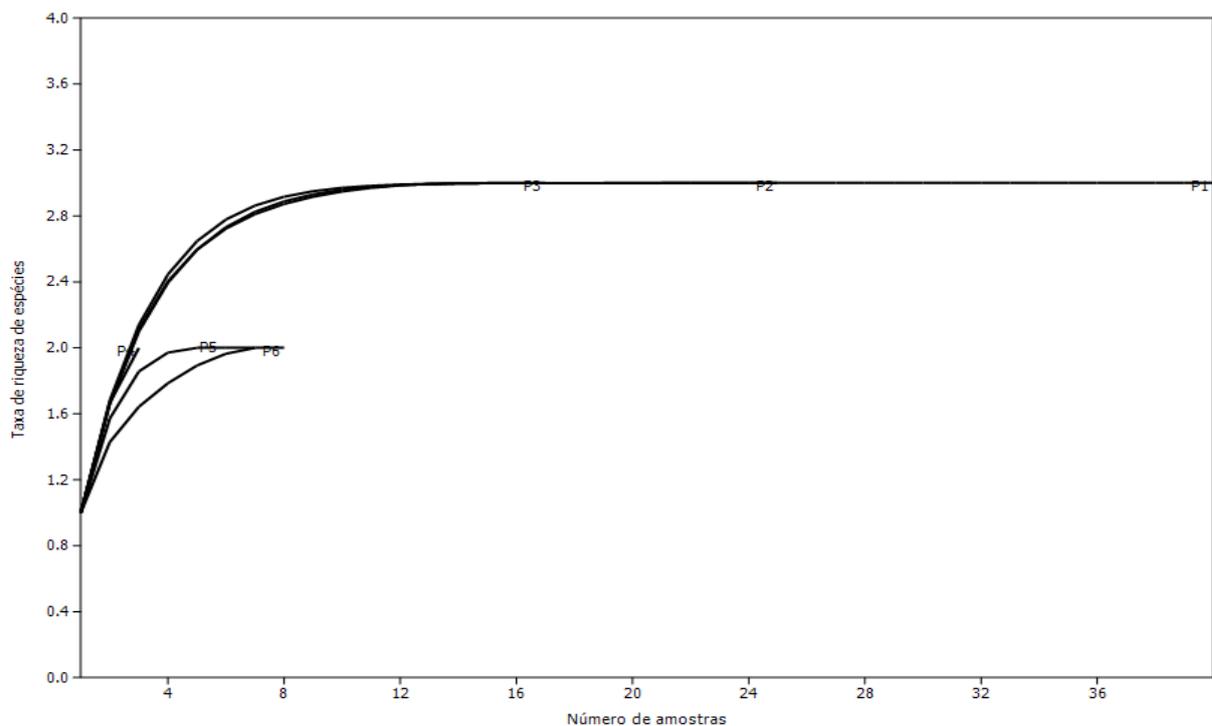


Figura 4: Curvas de acumulação de espécies de vespas em seis pontos (P) amostrados no Parque Nacional do Itatiaia entre Dez/2012 a Dez/2013.

O mapa de classes de incidência de radiação solar gerado pela ferramenta Area Solar Radiation do software ARCGis®, que calcula a incidência total anual de radiação solar em determinada área, considerando o ângulo de incidência nas diferentes épocas do ano, latitude, efeitos atmosféricos e fatores relacionados à topografia, como elevação, declividade, orientação da encosta e sombra causada pelo relevo. O cálculo foi feito para os anos de 2001 a 2011, verificando-se não haver diferença entre os valores obtidos dentro desse período, portanto o mapa de radiação foi elaborado utilizando a incidência total de radiação de 2011 (Tomzhinski, 2012).

A incidência de radiação solar está classificada dentro de uma escala com índice mínimo e máximo, 865 KWH/m² e 2.285 KWH/m² respectivamente, os pontos amostrados de altitudes mais elevadas, P4, P5 e P6 como áreas de maior incidência anual de radiação solar em relação aos pontos das altitudes mais baixas, P1, P2 e P3 (Figura 5).

Os dados das variáveis, número de indivíduos (N), precipitação, insolação e radiação (KWH/m) foram testados por Teste Games-Howell com randomização de Bootstrap de 1.000 repetições, ficando com o número de amostras (N) acima de 50% do mínimo.

Verifica-se que o ponto 6 obteve a menor média do número de indivíduos e que foi significativamente diferente dos pontos 1 e 2 que apresentaram maiores médias. O número de indivíduos diferiu significativamente em maior média no P1 (630 m) com em relação aos pontos das altitudes (1.730 m), P5 (1.965 m) e P6 (2.204 m). A precipitação nos pontos 5 e 6 foram significativamente maiores que no P1, P2 e P3, evidenciando maior pluviosidade nas altitudes mais elevadas. A Insolação difere no P4, P6, P5, P2 e P1 sendo todos altamente significativos em ordem decrescente respectivamente (Tabela 2). A Radiação (KWH/m²) no P6, P4, P2, P1 e P3 diferem significativamente entre si de maneira decrescente respectivamente (Figura 5; Tabela 2).

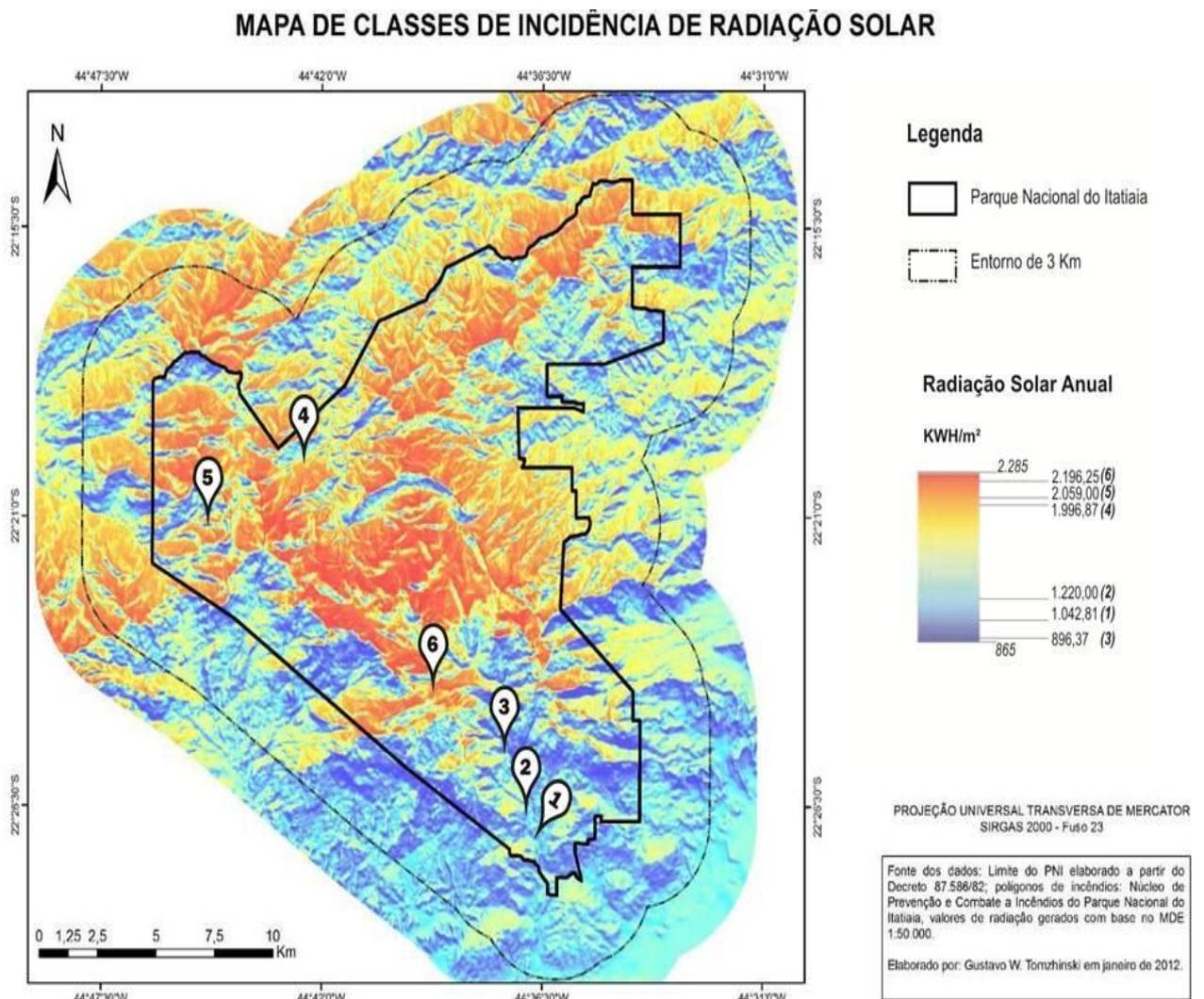


Figura 5: Mapa de classes de incidência de radiação solar na área de estudo.

Tabela 2: Descritiva do número de indivíduos com a comparação de Média (N= 87), avaliados nas seis altitudes, da Mata Atlântica, Parna Itatiaia-RJ de Dez/2012 a Dez/2013.

Ponto/Altitudes	Variáveis			
	Indivíduos (N)	Precipitação	Insolação	Radiação (KWH/m ²)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
1 (630 m)	1.82 ^c de ± 3,52	0,97 ^a de ± 1,13	2,72 ^a de ± 1,71	1.042,81 ^a de ± 0
2 (840 m)	1.20 ^{bc} ± 3,06	0,47 ^b de ± 0,67	4,62 ^b de ± 0,14	1.220,00 ^b de ± 0
3 (1.200 m)	0,79 ^{abc} ± 2,36	0,62 ^{ab} de ± 0,65	4,93 ^{bd} de ± 2,39	896,37 ^c de ± 0
4 (1.730 m)	0,39 ^{ab} ± 1,54	0,97 ^{ce} de ± 1,13	8,40 ^c de ± 1,31	1.996,87 ^d de ± 0
5 (1.965 m)	0,25 ^{ab} ± 1,23	4,10 ^{de} de ± 2,15	5,00 ^{bd} de ± 3,07	2.059,00 ^b de ± 0
6 (2.204 m)	0,13 ^a ± 0,82	3,16 ^{cde} de ± 3,42	6,28 ^e de ± 1,17	2.196,25 ^e de ± 0

(TCM) Teste Games-Howell ($\alpha = 0,05$): médias com letras iguais não diferem significativamente.

DP= Desvio Padrão

A interação entre altitude e a fisiologia das vespas pode, em parte, explicar o maior número de espécimes capturados, tendo como fatores favoráveis, as temperaturas constantes mais elevadas, os períodos de coleta pós-chuva nas baixas de altitudes e a linearidade da pluviosidade nas altas de altitudes, sendo assim, constatou-se que a queda ou diminuição da pluviosidade e aumento de temperatura forneceram melhores condições para o forrageamento das vespas.

As características de campo de altitude e de pequenas ilhas apresentaram-se somente no P6; estrada de encosta é presente no P1 e P5; grandes extensões de mata foram visualizadas no P2, P3, P4 e P5; trilhas abertas foram características do P2, P4, P5 e P6 e trilhas fechadas de encosta em P1 e P3; apresentou vegetação arbustiva o P4, P5 e P6 e vegetação arbórea fechada e úmida o P1, P2 e P3 (Quadro 2).

Quadro 2: Características ambientais das seis altitudes da Mata Atlântica no Parna Itatiaia-RJ de Dez/2012 a Dez/2013.

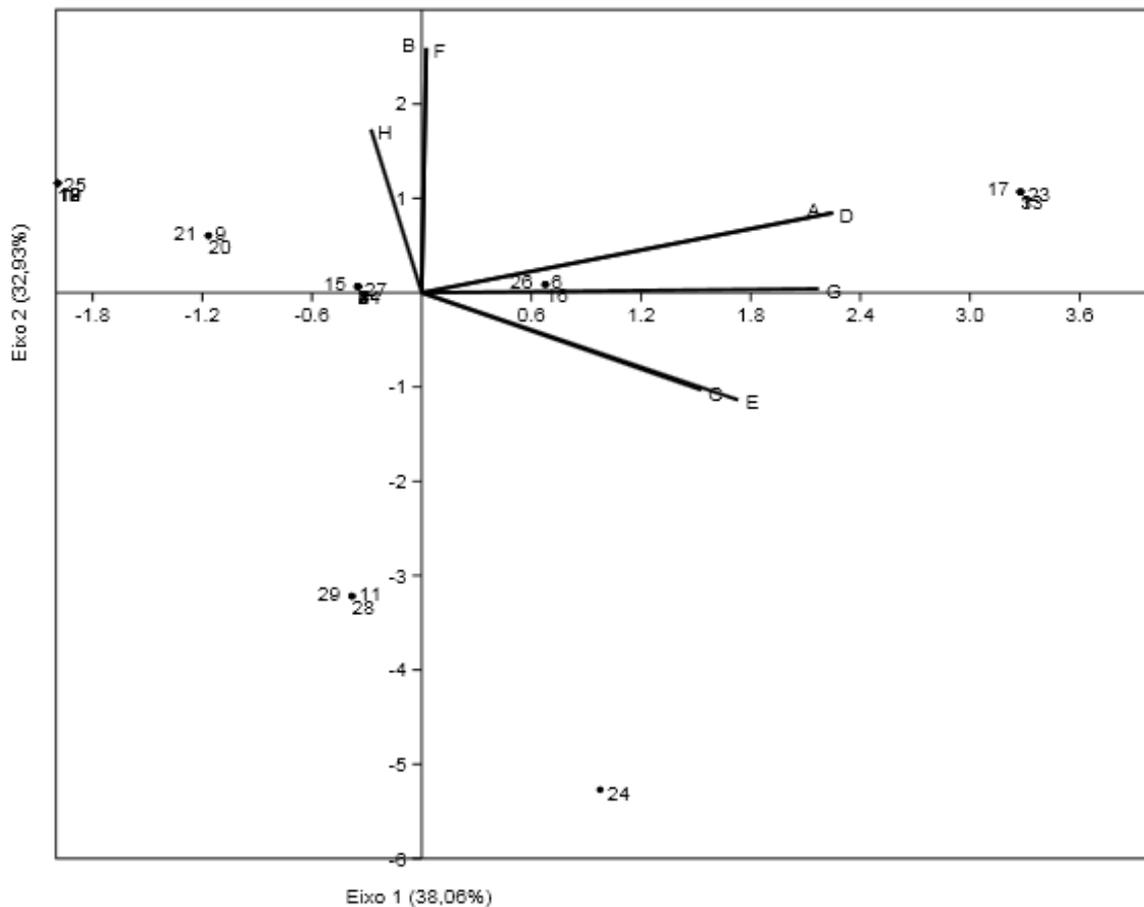
Características Ambientais	Área de Estudo					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Campos de altitude						■
Estrada de encosta	■				■	
Formações florestais fechadas (grandes extensões de mata)		■	■	■	■	
Pequenas formações florestais fechadas (ilhas)						■
Trilha aberta		■		■	■	■
Trilha fechada de encosta	■		■			
Vegetação arbustiva	■			■	■	■
Vegetação arbórea fechada e úmida	■	■	■			

As comparações dos grupos de vespas capturadas foram relacionadas ao gradiente de altitude (pontos). O Dendrograma foi construído pelos métodos de avaliação da dissimilaridade das espécies de Vespidae, empregando a distância Euclidiana (presença e ausência) com o método aglomerativo Average. Na matriz de dissimilaridade foi utilizada o coeficiente Cofenético com (0,89) de correlação que comprovou uma estrutura satisfatória dos dados (mede o grau de distorção dos dados) na formação de 11 grupos de espécies de Vespidae. A Validação por uma ANOVA multivariada ANOSIM statistic R, randomizada 999 vezes, sendo altamente significativa com correlação de ($r=0,83$) e ($p=0,001$) (Figura 10).

Os grupos de vespas capturadas foram relacionados aos fatores climáticos de pluviosidade, insolação, velocidade do vento, radiação, umidade relativa do ar e temperaturas máxima, mínima e média e fatores ecológicos da fitofisionomia.

A relação entre as variáveis de fitofisionomia foi estabelecida em duas componentes ortogonais pela ACP e de acordo com os vetores de cada variável em cada componente foi possível designar o primeiro eixo como a componente do efeito de pequenas formações florestais fechadas e vegetação arbustiva (D-G) e o segundo eixo sendo comandado pelas variáveis: estrada de encosta e trilha fechada de encosta (B-F), uma vez que os pesos de intensidade para estes fatores atingiram escores mais elevados. Conforme o posicionamento das espécies (objetos) na figura bidimensional (Figura 6) e os pesos das variáveis nas componentes (Eixo 1 e 2) foi possível caracterizar as relações do eixo 1 como efeito de floresta e eixo 2 como efeito de encosta (Tabela 3).

Foram classificados cinco grupos de fitofisionomia indicados por letras e as espécies por números apresentando características ambientais favoráveis ou inversas. A variável estrada de encosta e trilha fechada de encosta são atributos do grupo BF (com as espécies 11, 28 e 29), vegetação arbórea fechada e úmida referem-se ao grupo H (24), formações florestais fechadas e trilha aberta ao grupo CE (1, 2, 4, 9, 10, 12, 15, 18, 19, 20, 22, 21, 25 e 27), vegetação arbustiva ao grupo G (6, 16, 26) e campos de altitude e pequenas formações florestais fechadas ao grupo AD (3, 5, 17, 23) (Tabela 3).



Spn= Espécies com seu número referência

Figura 6: Análise de PCA para a assembléia de vespas amostradas em diferentes fitofisionomias do Parna Itatiaia, com os respectivos autovalores, % da variância explicada e peso de cada variável.

Tabela 3: Componentes principais extraídas da ACP com os respectivos autovalores, % da variância explicada, e peso de cada variável e de cada componente, extraídos das amostras de vespas em 6 pontos altitudinais no Parna Itatiaia- RJ.

Fitofisionomia (L)	Componentes	
	Eixo-1 Efeitos de Floresta	Eixo-2 Efeito de Encosta
A- Campos de altitude	0,410	0,188
B- Estrada de encosta	0,006	0,576
C- Formações florestais fechadas (grandes extensões de mata)	0,340	-0,229
D- Pequenas formações florestais fechadas (ilhas)	0,500	0,188
E- Trilha aberta	0,385	-0,253
F- Trilha fechada de encosta	0,006	0,576
G- Vegetação arbustiva	0,483	0,010
H- Vegetação arbórea fechada e úmida	-0,062	0,385
Autovalores	3,04	2,63

L= Letra correspondente.

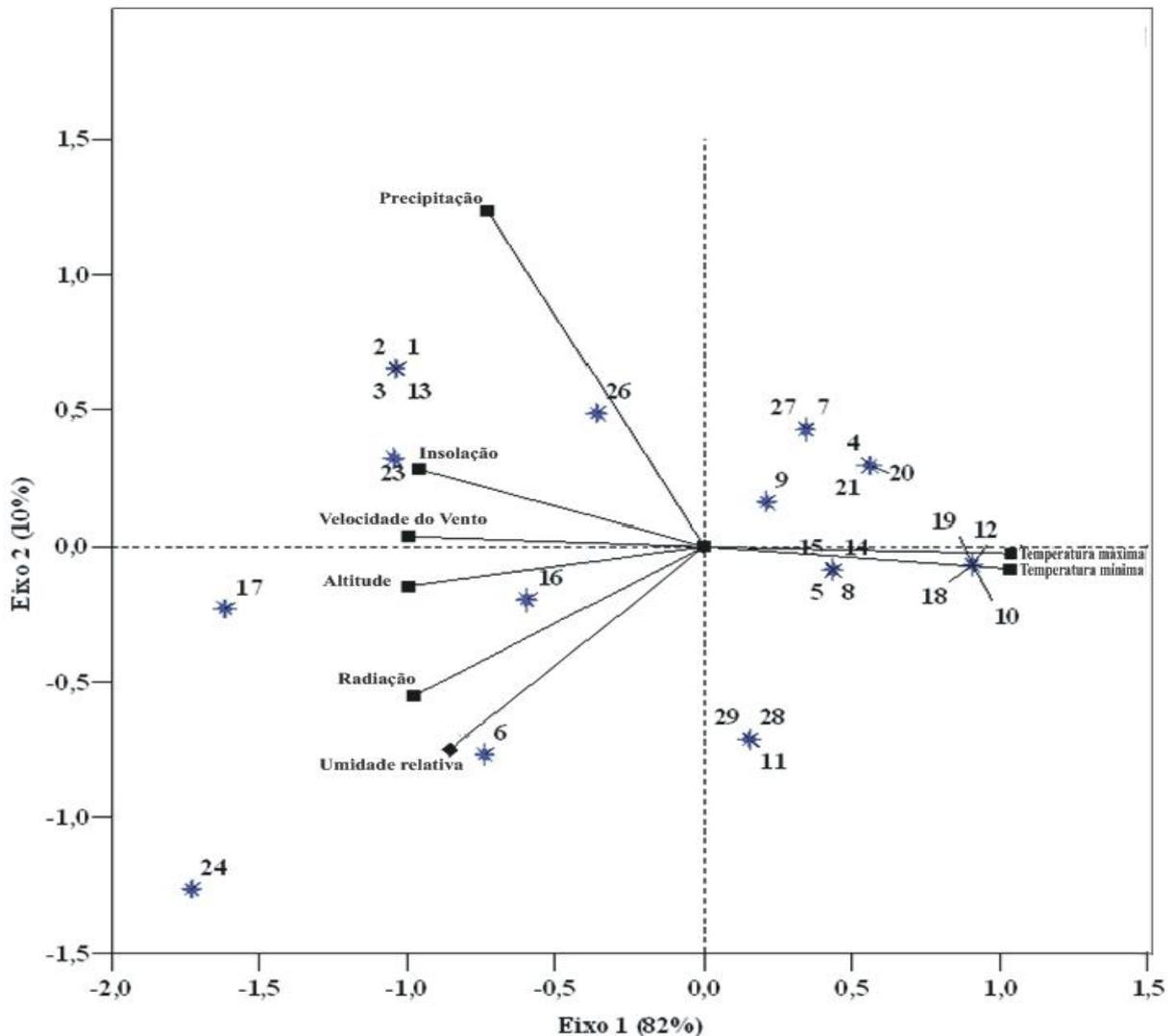
A comunidade de vespas em forrageamento no ponto 5 e 6 que correspondem aos locais de maiores altitudes foram influenciadas pela ocorrência de precipitação de maneira diretamente proporcional no ponto 5 e inversamente no ponto 6. Quanto maior a precipitação no ponto 6 menor forrageamento de vespas e no ponto 5 foi diretamente proporcional, ou seja quanto maior precipitação maior forrageamento das vespas. Os pontos 1, 2, 3 e 4 foram os pontos que tiveram sua importância agrupada no eixo 1. Estes pontos apresentaram efeito inverso das seguintes variáveis: altitude, radiação, insolação, umidade relativa e velocidade do vento. Com o aumento dessas variáveis menor foi a atividade de forrageamento das vespas e em relação à temperatura máxima e mínima as atividades foram diretamente proporcionais (Figura 7).

A relação entre as variáveis de altitude, radiação, precipitação, temperatura máxima e mínima, insolação, umidade relativa e velocidade do vento com as espécies de Vespidae foi estabelecida em duas componentes ortogonais pela ACP. Estes componentes recuperaram da variância total 92% (Figura 7; Tabela 4) e a consistência interna da ortogonalidade de cada componente medida com α de Cronbach teve 97% de confiabilidade. A ACP permitiu identificar a relação entre características extraídas das variáveis de forma independente em relação ao objeto espécies de vespas. Pode-se conhecer a influência de fatores ambientais sobre a comunidade de vespas ocorrentes em região de Mata Atlântica avaliadas em diferentes altitudes e fitofisionomias.

De acordo com os vetores de cada variável em cada componente foi possível designar o primeiro eixo como a componente do efeito da pluviosidade e umidade relativa, uma vez que os pesos de intensidade para estes fatores foram elevados atingindo escores de 82% e 10% respectivamente. Conforme o posicionamento das espécies (objetos) na figura bidimensional (Figura 7) e os pesos das variáveis nas componentes (Eixo 1 e 2) foi possível caracterizar as relações do eixo 1 como efeito do frio e calor, altitude, radiação, insolação, velocidade do vento como intensas e inversamente proporcionais para as espécies *Agelaia angulata* (1), *Agelaia multipicta* (2), *Agelaia vicina* (3), *Hypodynerus arechavaletae* (6), *Pachymenes ater* (13), *Polybia flavifrons hecuba* (17), *Polybia punctata* (23) e *Protonectarina sylveirae* que tiveram de modo geral escores elevados no eixo 1. O efeito das temperaturas máxima e mínima foi caracterizado por escores direto para as espécies *Mischocyttarus* sp. 02 (10), *Omicron* sp. 03 (12), *Polybia ignobilis* (18), *Polybia jurinei* (19), *Polybia platycephala sylvestris* (22) e *Pseudodynerus subapicalis* (25). A umidade relativa influenciou nos dois eixos com relações negativa ou inversamente destacando-se as espécies *Protonectarina sylveirae* (24) e *Hypodynerus arechavaletae* (6) (Figura 7; Tabela 4).

O segundo componente (Eixo 2) se limitou essencialmente a influência da variável precipitação sobre a comunidade de vespas com 10% da variação total explicada para este eixo. As espécies mais influenciadas foram *Protonectarina sylveirae* (24), *Hypodynerus*

archavaletae (6), *Mischocyttarus* sp. 03 (11), *Zethus brasiliensis brasiliensis* (28) e *Zethus discoelioides* (29) respectivamente em ordem decrescente e todas de modo inversamente proporcional (Figura 7; Tabela 4).



Spn= Espécies com seu número referência.

- | | | |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Agelaia angulata</i> (Fabricius, 1804) | 11. <i>Mischocyttarus</i> sp. 03 | 21. <i>Polybia paulista</i> H.von Ihering, 1896 |
| 2. <i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836) | 12. <i>Omicron</i> sp. | 22. <i>Polybia platycephala sylvestris</i> Richards, 1978 |
| 3. <i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854) | 13. <i>Pachymenes ater</i> (Saussure, 1852) | 23. <i>Polybia punctata</i> du Buysson, 1907 |
| 4. <i>Ancistrocerus flavomarginatus</i> (Brèthes, 1906) | 14. <i>Polistes cinerascens</i> Saussure, 1857 | 24. <i>Protonectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854) |
| 5. <i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824) | 15. <i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1971) | 25. <i>Pseudodynerus subapicalis</i> (Fox) |
| 6. <i>Hypodynerus archavaletae</i> (Brèthes, 1903) | 16. <i>Polybia fastidiosuscula</i> Saussure, 1854 | 26. <i>Stenonartonia flavotestacea</i> (Giordani Soika, 1941) |
| 7. <i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1935 | 17. <i>Polybia flavifrons hecuba</i> Richards, 1951 | 27. <i>Stenosigma allegrum</i> (Zavattari, 1912) |
| 8. <i>Mischocyttarus socialis</i> Zikán, 1949 | 18. <i>Polybia ignobilis</i> (Haliday 1836) | 28. <i>Zethus brasiliensis brasiliensis</i> Saussure, 1852 |
| 9. <i>Mischocyttarus</i> sp. 01 | 19. <i>Polybia jurinei</i> Saussure, 1854 | 29. <i>Zethus discoelioides</i> Saussure, 1852 |
| 10. <i>Mischocyttarus</i> sp. 02 | 20. <i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906 | |

Figura 7: Análise de componentes principais da relação entre variáveis expressando, calor e frio no eixo 1 e pluviosidade no eixo 2, avaliada no Parna Itatiaia, RJ, de Dez/2012 a Dez/2013.

Tabela 4: Componentes principais extraídas da ACP com os respectivos valores, % da variância explicada, α de Cronbach e peso de cada variável nos dois eixos, explicando a variância total.

Variáveis	Componentes	
	Eixo-1 Efeitos do frio e calor	Eixo-2 Efeito Pluviosidade
Altitude	-0,995	-0,145
Radiação	-0,976	-0,549
Precipitação	-0,729	1,238
Temperatura máxima	1,035	-0,081
Temperatura mínima	1,039	-0,026
Insolação	-0,959	0,281
Umidade relativa	-0,854	-0,749
Velocidade do Vento	-0,995	0,038

Teste α de cronbach = 0,97

As espécies indicadoras das características das fitofisionomias foram significativas somente às áreas de menor de altitude (P1, P2 e P3) com formação arbórea fechada e úmida (Tabela 5). Das 29 espécies capturadas, oito foram bioindicadoras significativas, com maior valor individual e frequência. Estas espécies possuem registros de ocorrências em âmbito Nacional para os seguintes estados:

Agelaia angulata (Fabricius, 1804): AC, AM, AP, ES, MA, MT, PA, RR, RJ, RO e SP. Pouco registrada no Nordeste, Centro Oeste e Extremo Sul.

Agelaia vicina (Saussure, 1854): AL, BA, CE, ES, GO, MG, PR, RJ, RS, SC e SP. Encontra-se do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul.

Mischocyttarus parallelogrammus Zikán, 1935: MG, RJ, SC e SP. Apresenta maior número de registros na região Sudeste do Brasil.

Pachymenes ater (Saussure, 1852): registrada nos estados do RS e SP.

Mischocyttarus socialis (Saussure, 1854): AM, MG e SP.

Polistes versicolor (Oliver, 1971): ocorre em todas as regiões brasileiras, exceto no Nordeste.

Observou-se que algumas dessas espécies apresentaram grande valência ecologia em sua distribuição, porém constatou-se através de seus registros a preferência por regiões com formação florestal predominante de Mata Atlântica.

As espécies *Agelaia multipicta* e *Brachygastra lecheguana* obtiveram menores valores na indicação individual e na frequência, com probabilidade de 10 % de serem aleatórias.

Tabela 5: Análise bioindicadora individual (Indival) de espécies de Vespidae amostradas no Parna Itatiaia de Dez/2012 a Dez/2013.

Espécies	Valor individual de indicação (Indval)	Altitudes	P	Frequência
<i>Agelaia angulata</i> (Fabricius, 1804)	0.84	Baixa	0.00	12
<i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854)	0.84	Baixa	0.00	10
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1935	0.67	Baixa	0.01	6
<i>Pachymenes ater</i> (Saussure, 1852)	0.58	Baixa	0.03	7
<i>Mischocyttarus socialis</i> Zikán, 1949	0.56	Baixa	0.02	5
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1971)	0.56	Baixa	0.04	5
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	0.44	Baixa	0.08	4
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	0.44	Baixa	0.07	4

Das 29 espécies de Vespidae amostradas no Parna Itatiaia, duas (Polistinae) e seis (Eumeninae) ainda não haviam sido registradas para o estado do Rio de Janeiro. Os registros de ocorrência aqui citados foram verificados em trabalhos e artigos publicados (Souza & Zanuncio, 2012; Garcete-Barrett & Hermes, 2013, Giordani Soika, 1990; Hermes & Melo, 2008; Garcete-Barrett, 2011; Bohart & Stange, 1965).

Polistinae:

Polybia jurinei Saussure, 1854: apresenta ampla ocorrência no estado de MG e é encontrada no AM, MS, PA, e SP.

Mischocyttarus socialis (Saussure, 1854): nos Estados de AM, MG e SP.

A distribuição dos Eumeninae ainda não é bem documentada no Brasil, alguns registros só são conhecidos formalmente do material descrito originalmente, e estes às vezes sem localidade precisa.

Ancistrocerus flavomarginatus (Brèthes, 1906): nos Estados da RS, PR e SC.

Hypodynerus arechavaletae (Brèthes, 1903): nos Estados do RS, PR e SP.

Pachymenes ater (Saussure, 1852): nos Estados do RS, PR, SC e SP.

Pseudodynerus subapicalis (Fox): nos estados do ES, GO, MT, RO, SC E SP.

Stenosigma allegrum (Zavattari, 1912): nos estados do RS, SC e SP.

Zethus brasiliensis brasiliensis Saussure, 1852: nos Estados do RS, SC, PR e SP.

7. Discussão

Com base na complexidade ambiental do ecossistema, as assembléias presentes em gradientes de altitude são consideradas heterogêneas e de difícil interpretação (Willig et al., 2003). Esta complexidade é refletida também nas análises dos dados que procuram explicá-la, envolvendo a composição de espécies, a riqueza, a abundância, as características abióticas do ecossistema, as relações tróficas e também as interações destes atributos (Houston, 1994). Segundo Rodriguez (2007), pode-se considerar seis tipos de características, aqui chamados variáveis, na formação da paisagem: geológicos, climáticos (temperatura), geomorfológicos, hídricos, edáficos e bióticos.

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

Foram registrados 197 indivíduos da espécie do gênero *Agelaia*, (Polistinae) representando 49% do total de Vespidae coletados; segundo Zucchi et al. (1995) e Hunt et al. (2001), indivíduos desse gênero, normalmente são abundantes em estudos de diversidade, devido ao grande tamanho das colônias.

A subfamília Eumeninae foi pouco amostrada representando somente 13,6% do total de vespas coletadas, mesmo sendo considerada o maior grupo da família Vespidae, com grande representatividade no Brasil; porém a maioria das espécies apresenta hábito que varia do solitário ao primitivamente social (Carpenter & Garcete-Barett, 2002; Cowan, 1978); dessa forma as populações de Eumeninae são menos numerosas quando comparadas com os 86% dos indivíduos capturados representados pelos Polistinae que possuem maior atividade de busca de recursos alimentares, adquirindo maior habilidade de forragear (Spradbery, 1973). Algumas espécies de vespas desse grupo também formam colônias que podem atingir grandes tamanhos, tornando a coleta mais eficiente (Zucchi, et al., 1995; Wenzel, 1998; Carpenter & Marques, 2001). Ainda assim há dificuldade em registros de vespas sociais em mata, que se deve principalmente, a camuflagem de seus ninhos na vegetação densa, como discutido em outros estudos (Souza & Prezoto, 2006), por isso estudos em florestas devem ter um esforço de coleta maior para se obter melhor amostragem de vespas sociais.

Rahbek (1995) em sua revisão, defende que o padrão gráfico no qual a curva de riqueza de espécies aumenta até certa altitude e posteriormente decai, parece ser mais típico que um declínio progressivo da riqueza; todavia, o autor ressalta que a relação entre riqueza e elevação parece ainda ser prematura, sendo necessário realizar mais estudos com diferentes grupos taxonômicos e em diferentes regiões do planeta. Entre as prováveis causas deste aumento de diversidade em altitudes intermediárias estão o efeito do domínio médio (mid-domains effect) (Colwell & Lees, 2000; McCain, 2004, 2005; Colwell et al., 2009), da área, do clima e da interação entre estes fatores (Lomolino, 2001; McCain, 2009).

Em geral, atribui-se um declínio nos padrões de distribuição e riqueza de espécies ao longo de gradientes altitudinais (Begon et al., 1996). Corroborando esse dado, este trabalho apresentou através das análises dos dados obtidos o padrão monotônico-decrescente com a elevação da altitude, ou seja, a diversidade diminui com o aumento da altitude (Ward, 2000; Pycz & Wojtusiak, 2002; Sanders et al., 2003; Rahbek, 2005; Grytnes & McCain, 2007). Verificou-se que grandes intervalos de variação de altitude provocam grande variação dos fatores climáticos por consequência uma alteração maior na diversidade de Vespidae de modo inversamente proporcional as grandes altitudes.

Devido ao formato usualmente cônico das montanhas, a relação espécie-área em gradientes altitudinais prediz que faixas altitudinais que cobrem maiores extensões de áreas – altitudes inferiores – deveriam abrigar mais espécies do que aquelas com menores extensões – topo de montanha (Rahbek, 1997; McCain, 2007b). Além do efeito de área, o próprio isolamento geográfico das espécies no pico de montanhas pode atuar na explicação da redução de riqueza com a altitude. Todavia, essa correlação positiva não pode ser considerada o principal fator na variação de riquezas de espécies nos gradientes altitudinais (McCain, 2010; Kessler, 2001). Portanto, tanto área quanto limitações espaciais são capazes de influenciar os padrões de riqueza, mas como essas variáveis tem baixo suporte estatístico não devem ser o mecanismo principal por trás desses padrões (Rahbek & Graves, 2001; Willig & Bloch, 2006).

Já o efeito da variável latitude indica influência das condições ambientais, principalmente, da severidade ambiental, na determinação dos padrões de riqueza encontrados. Observamos o padrão de decréscimo monotônico mais presentes em latitudes superiores, áreas essas em que os extremos ambientais são mais pronunciados que nos trópicos (Frensel, 2011). Em contrapartida, o padrão unimodal está mais presente nas latitudes próximas ao Equador que são marcadas por temperaturas mais estáveis e uma alta diversidade de espécies. A partir dessas observações, defendemos a ideia de que as tolerâncias fisiológicas

das espécies são capazes de limitar suas distribuições e com isso, se mostram importantes na determinação de padrões de diversidade em larga escala (Rahbek, 2005).

Seguindo a linha de hipóteses climáticas na explicação dos padrões de riqueza com altitude, observamos que a distribuição unimodal em plantas é frequente e está bastante associada a essas hipóteses, como também a hipóteses espaciais. Nos topos de montanha observa-se uma redução de produtividade associada às baixas temperaturas e a severidade ambiental (Heaney, 2001; Lomolino, 2001). Além disso, a redução de área aumenta a competição por recursos e pode causar redução no número de espécies nessas regiões. Igualmente, percebemos uma tendência dos herbívoros apresentarem o padrão unimodal, mesmo que de forma um pouco mais reduzida, porém podendo ser justificada pela busca por alimento. As hipóteses relacionadas à disponibilidade energética têm explicado de forma satisfatória alguns dos padrões encontrados para os diferentes grupos tróficos (Hawkins et al., 2003). Finalmente podemos concluir que um único mecanismo é capaz de gerar diferentes padrões nos grupos tróficos, uma vez que esses grupos desempenham diversos papéis no ecossistema (Grwnes et al., 2006; Wang et al., 2011).

Em contraste ao padrão unimodal, algumas hipóteses relacionadas ao limite de tolerância das espécies são utilizadas para justificar a ocorrência do padrão de decréscimo (Stevens, 1992; Almeida-Neto et al., 2006). Extrapolando para o gradiente altitudinal uma hipótese inicialmente criada para gradientes latitudinais, Stevens (1989; 1992) propõe a regra “Regra de Rapoport” como explicação para o padrão de redução na riqueza de espécies em altitude superiores. De acordo com essa hipótese, muitas espécies que estão em baixas altitudes se aproximam dos seus limites máximos de faixa de ocorrência, enquanto que os táxons de altitudes superiores têm comparativamente grandes tolerâncias climáticas e, portanto, podem ser encontrados em uma faixa maior de ocorrência altitudinal devido ao “efeito resgate” de suas populações em altitudes inferiores (Brown & Kodric-Brown, 1977). Conseqüentemente, as espécies de áreas mais elevadas inflariam a riqueza de espécies nas áreas mais baixas, produzindo o conhecido padrão de redução monotônica na riqueza de espécies à medida que aumenta altitude (Stevens, 1992; Colwell & Lees, 2000; Almeida-Neto et al., 2006).

Algumas hipóteses tentam explicar os padrões de riqueza de espécies ao longo do gradiente de altitude; contudo, muitas delas não são mutuamente exclusivas nem independentes. Além disso, muitas destas hipóteses não são consistentemente suportadas por dados empíricos (Lomolino, 2001).

Em estudo sobre o significado ecológico da orientação das encostas no Maciço da Tijuca, Oliveira et al. (1995) destacam que as encostas voltadas para o Norte recebem os primeiros e os últimos raios solares, o que ocasiona uma maior e mais rápida perda de umidade na serapilheira. No caso do Maciço da Tijuca, assim como ocorre no Itatiaia, também foi observada a relação entre orientação das encostas e precipitação, com as encostas voltadas para o sul apresentando maior pluviosidade em função da influência da orografia no regime de chuvas, condicionado pelas massas de ar úmido vindas do mar (Tomzhinski, 2012).

A insolação influenciou diretamente na captura das vespas em consequência da diminuição de luminosidade, ocasionando uma redução na intensidade de forrageio, efeito também observado por Gomes e Noll (2009). Áreas com baixa luminosidade na Mata Atlântica geralmente são mais frias e o controle metabólico da temperatura corpórea das vespas é do tipo ectotérmico, elas dependem principalmente da energia térmica do ambiente para termo-regular ou simplesmente toleram passivamente as flutuações térmicas do meio.

As vespas geralmente são mais abundantes em determinados períodos do ano, contudo, segundo Souza (1984), mesmo quando as condições físicas de um ambiente são relativamente uniformes em uma região, são muito comuns variações espaciais nas taxas de reprodução, recrutamento, crescimento, e sobrevivência dos organismos. Coletas realizadas em períodos mais quentes e chuvosos do ano são mais favoráveis para registro de colônias e espécies de vespas sociais, possivelmente, em função do aumento de biomassa vegetal, que reflete positivamente sobre as populações de outros insetos, como larvas de Lepidoptera, disponibilizando maior oferta de alimento para as vespas sociais (Souza & Prezoto, 2006; Auad et al., 2010). A temperatura também é um fator determinante na duração dos estágios de ovo e pupa de vespas, entretanto, a duração do estágio larval está mais relacionada à quantidade de alimento ingerido pela larva (Jeanne, 1972). Para voar, esses indivíduos conhecidos como ectotérmicos terrestres, necessitam que a temperatura do corpo seja maior do que a temperatura ambiente (Chai & Srygley, 1990; Kumar et al., 2009).

Os gradientes de diversidade de espécies de acordo com a altitude resultam de uma combinação de processos ecológicos e evolutivos, e não de um único efeito. Vários fatores podem influenciar o gradiente de altitude, como os efeitos da amostragem, da área, da complexidade do hábitat, da produtividade (Lomolino, 2001) e das condições climáticas como temperatura e umidade (Kluge et al., 2006).

Almeida-Neto et al. (2006) investigaram a variação da temperatura atmosférica e da umidade relativa ao longo do gradiente e não encontraram diferenças significativas. Segundo

Conti & Furlan (2001), somente altitudes acima de 1.000 m apresentam condições climáticas especiais, diferentes das apresentadas pelas regiões baixas das montanhas.

O levantamento das espécies de qualquer agrupamento de insetos e de suas fontes alimentícias constitui o primeiro passo para o conhecimento qualitativo e quantitativo da fauna de uma região (Link et al., 1977). Aproximadamente 90 a 95% da proteína obtida pelas vespas adultas provêm da captura de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (Cassino, 1966; Giannotti et al., 1995; Prezoto & Machado, 1999). Uma hipótese para a composição e diversidade de borboletas, ao longo de gradientes altitudinais sugere um declínio na riqueza de espécies com o aumento da altitude (Gutiérrez, 1997; Lewis et al., 1998; Fleishman et al., 2000). Deve-se isso as modificações relacionadas à elevação, tanto em variáveis abióticas – decréscimo na temperatura do ar, aumento na velocidade do vento, aumento na precipitação, quanto em variáveis bióticas – redução da área do habitat, redução de produção primária, redução da quantidade e variabilidade de recursos, aumento de ambientes desfavoráveis, mudanças na complexidade da vegetação (Fleishman ET AL., 1998; Kocher & Willians, 2000). Ainda algumas espécies de borboletas neotropicais são endêmicas e restritas a regiões de mata preservada (Rogo & Odulaja, 2001; Ghazoul, 2002).

O acentuado gradiente altitudinal e a variação climática propiciam a existência de diversos ecossistemas da Mata Atlântica no Itatiaia, abrigando várias espécies endêmicas da flora e da fauna. É marcante a variação da vegetação na medida em que se sobe de 540 m no limite sul do Parque em direção aos 2.000 m do Planalto. Barros (1955) destaca a sensível diferença de composição florística entre as faces norte e sul da Serra Mantiqueira, em função das diferenças climáticas relacionadas à orientação das vertentes, continentalidade e altitude. A composição da flora e os fatores abióticos são componentes preponderantes na diversidade e na abundância de Vespidae. Acreditamos que alguns grupos de espécies possam responder diferentemente à variação dos fatores abióticos observados nos sítios amostrados no Parna Itatiaia. Alguns indivíduos da subfamília Polistinae de alta altitude têm corpos colorido-escuro que podem ajudar na adaptação fisiológica para temperaturas frias e insolação limitada (O'Donnell, 2000).

Von Humboldt & Bonpland (1807) observaram que tanto a composição quanto a estrutura da vegetação apresentam mudanças mais ou menos previsíveis ao longo de gradientes altitudinais. Eles postularam que a variação na diversidade de espécies ao longo de gradientes altitudinais deveria ser resultante de mudanças nas condições climáticas, similares àquelas que definem a variação nos tipos de biomas desde regiões equatoriais aos polos. Assim, a riqueza de espécies deveria diminuir com a altitude, de forma similar à redução na

riqueza de espécies deveria diminuir com o aumento da latitude. Essa ideia foi reforçada pelo fato de que os primeiros padrões altitudinais relatados apresentaram uma redução monotônica na riqueza de espécies com acréscimo da altitude (Wildenow, 1805; Von Humboldt, 1849).

As colônias de vespas com maior chance de sucesso são aquelas fundadas em ambientes rigorosamente selecionados pelas fêmeas, dessa forma, substratos que proporcionam menor variação ambiental podem ser preferencialmente escolhidos pelas fundadoras para construir seus ninhos (Smith, 2004). Outros fatores, como oferta de recursos nutricionais no entorno dos ninhos, principalmente com fontes proteicas para as larvas e carboidratos para a nutrição dos adultos, podem interferir na produtividade das colônias, na medida em que a duração média dos estágios imaturos aumenta em larvas que recebem menor quantidade de alimento (O'Donnell & Joyce 2001).

Lawton (1983) e Santos et al. (2007) demonstraram que ambientes com estrutura mais complexa possibilitam o estabelecimento e sobrevivência de mais espécies de vespas sociais. A vegetação exerce grande influência direta nas comunidades de vespas, fornecendo suporte para a nidificação e recursos alimentares e afeta indiretamente essas comunidades pelas variações causadas na temperatura, umidade do ar e quantidade de sombra do ambiente. As espécies de vespas sociais que nidificam somente em determinadas condições selecionam os locais de seus ninhos pela densidade e tipos de vegetação, se aberta ou fechada, bem como pela forma e disposição de folhas e outras estruturas vegetais (Diniz & Kitayama 1994; Dejean et al., 1998; Santos & Gobbi, 1998).

No gradiente vegetacional que ocorre acompanhando o aumento na altitude, observa-se que acima de 1.700 m as formações florestais mais fechadas e de maior umidade são substituídas por fitofisionomias com árvores de porte mais baixo, entremeadas de uma vegetação arbustiva e densa, com o solo coberto de musgo e pteridófitas (Dusén, 1955). Assim como a vegetação, a variada fauna do Parna Itatiaia também distribui sua grande diversidade pelas diferentes faixas de altitude, possuindo aspecto endêmico peculiar (IBAMA, 1994).

Segundo Zucchi et al. (1995) a espécie *Agelaia vicina* é o inseto social que faz a maior construção dentre os insetos sociais, constituindo grandes colônias necessitando, portanto de recursos para nidificação encontrados com mais facilidade no interior de fragmentos.

O interesse na conservação de ambientes naturais e biodiversidade vêm crescendo; entretanto, os recursos naturais e tempo disponível para conservação são limitados (Daily & Ehrlich, 1995; Hughes et al., 2000). Vários autores têm defendido o estudo da conservação

utilizando comunidades, abordando taxa desconhecidos, que fornecem uma avaliação mais rápida e uma resposta direta. Um dos métodos utilizados para tal é a concentração de esforços em inventários em curto prazo ((De Vries et al., 1997; Hughes et al., 2000).

Dentre os organismos bioindicadores, os insetos são considerados muito importantes na ecologia dos ecossistemas naturais podendo ser utilizados em estudos de perturbação ambiental (Rosenberg et al., 1986; Allaby (1992). Também são excelentes organismos para avaliar o impacto da formação de fragmentos florestais, pois são altamente influenciados pela heterogeneidade do habitat (Thomanzini & Thomamzini, 2000).

Segundo Santos et al. (2007), a constituição florística e a estrutura da vegetação são determinantes na composição e estruturação das comunidades de vespas sociais, influenciando diretamente em seus nichos fundamentais e realizáveis. Além disso, trabalhos como de Santos et al., 2006 e Elisei et al., 2007, atribuem participação da vegetação e também no fornecimento de substrato para nidificação, material para a construção de ninhos e região de caça.

As variações dos parâmetros abióticos e bióticos ao longo de extensões geográficas determinam a heterogeneidade espacial que, por sua vez, condiciona os padrões de distribuição das espécies, modulando a estrutura da comunidade (Begon et al. 1996; Ricklefs & Miller, 1999; Hodkinson, 2005). Com base no reconhecimento da heterogeneidade do ecossistema Huston (1994) e Cox & Moore (2005) consideraram a estrutura de comunidades presentes em gradientes altitudinais como complexa e de difícil interpretação.

Este projeto foi de encontro com a proposta da Fundação SOS Mata Atlântica, organização não governamental, sem fins lucrativos, que tem como missão promover a conservação da diversidade biológica e cultural do Bioma Mata Atlântica e ecossistemas sob sua influência. Dentro deste propósito a pesquisa contribuiu com o Parque Nacional do Itatiaia, que tem como formação vegetal predominante a Mata Atlântica e objetivo básico, a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, fornecendo informações sobre a diversidade e a ecologia de vespas, através da elaboração de um inventário, constituindo-se em mais um importante elemento que ao se integrar a outros complementarará o acervo faunístico da biodiversidade local.

8. Conclusão

A abundância de Vespidae varia inversamente com o aumento do gradiente de altitude, constatou-se o padrão monotônico-decrescente, ou seja, a diversidade de Vespidae diminui com o aumento da altitude.

A ocorrência das espécies de Vespidae foi influenciada pelos fatores abióticos, com as variáveis de maior importância a temperatura e a precipitação.

Foram influenciadas principalmente pelas características de fitofisionomia as espécies *Protonectarina sylveirae*, com atributo ambiental inverso a vegetação arbórea fechada e úmida; *Hypodynerus arechavaletae* abrange sete características ambientais das oito avaliadas com influência direta da vegetação arbustiva, somente não se estabelecendo em campos de altitude; *Polybia fastidiosuscula* estabelecida em vegetação arbustiva, também não foi associada a campos de altitude e pequenas formações florestais fechadas; *Polybia flavifrons hecuba* e *Polybia punctata* associadas à fitofisionomia de campo de altitude, pequenas formações florestais fechadas e formação arbustiva.

Oito espécies de Vespidae são bioindicadoras das características de fitofisionomia de formação arbórea fechada e úmida.

A pesquisa contribui com o Parque Nacional do Itatiaia, fornecendo informações sobre a biodiversidade de vespas e os fatores que promovem sua conservação em área de Mata Atlântica.

9. Referências Bibliográficas

ABRAMS, P.A. 1995. Monotonic for Unimodal diversity-productivity gradients: what does competition theory predict? *Ecology*, 76 (7): p. 2019-2027.

AGUIAR, C.M.L. & G.M.M. SANTOS. 2007. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. *Neotropical Entomology*, 36: p. 836-842.

ALLABY, M. 1992. *The concise Oxford Dictionary of Zoology*. Oxford: Oxford University Press.

ALMEIDA-NETO, M.; MACHADO, G.; PINTO-DA-ROCHA, R. & GIARETTA, A.A. 2006. Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? *Journal of Biogeography*, 33: p. 361-375.

ALTIERI, M.A.; CURE, J.R. & GARCIA, M.A. 1993. The role of enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystema, p.257-275. In: J. LaSalle, I. D. Gauld (Eds), *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB, London, p. 348.

ALVES-DOS-SANTOS, I.A. 2002. A vida de uma abelha solitária. *Revista Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 179, n.1, p. 60-62.

- AMARANTE, S.T.P. 1999. Sphecidae (Hymenoptera). In: Joly, C.A.; Bicudo, C.E.M. (orgs). Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil. Síntese do conhecimento ao final do século XX. 5. Invertebrados Terrestres. FAPESP, p. 183-192.
- ARAÚJO, V.A.; ANTONINI, Y. & ARAÚJO, A.P.A. 2006. Diversity of Bees and their Floral Resources at Altitudinal Areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35 (1): p. 30-40.
- AROUCA, R.G. 2005. Taxonomia e diversidade de *Alysiinae* (Hymenoptera: Braconidae) Neotropicais, com ênfase na fauna da Mata Atlântica, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, p. 128.
- AUAD, A.M.; CARVALHO, C.A.; CLEMENTE M.A. & PREZOTO, F. 2010. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera). In: *Silvipastoral System Sociobiology*, v. 55 (2): p. 627 – 636.
- BARROS, W.D. 1955. Parque Nacional do Itatiaia. Serviço de Informação Agrícola, p. 55.
- BECK, J. & CHEY, V.K. 2008. Explaining the elevational diversity pattern of geometrid moths from Borneo: a test of five hypotheses. *Journal of Biogeography*, 35: p.1452-1464.
- BEGON, M., TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2007. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4^a ed. Blackwell Publishing, p. 738-752.
- BEGON, M.; J.L. HARPER & C.R. TOWNSEND. 1996. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Estados Unidos. 3rd ed. Blackwell Science Publications, Oxford, UK, p. 945.
- BERGER, W.H. & F.L. PARKER. 1970. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea sediments. *Science*, 168: p. 1345-1347.
- BERTRAND, G. 1982. Paisaje y Geografía Física Global. In: MENDONZA, J.G.; JIMÉNEZ, J.M. & CANTERO, N.O (eds). *El pensamiento geográfico-estudio interpretativo y antologia de textos (De Humbolt a las tendencias radicales)*. Editora Alianza. Madrid, p.461 - 464.
- BHATTARAI, K.R. & VETAAS, O.R. 2006. Can Rapoport's rule explain trees species richness along the Himalayan elevation gradient, Nepal? *Diversity and Distribution*, 12: p. 373-378.
- BOHART, R.M. & L.A. STANGE. 1965. A revision of the genus *Zethus* Fabricius in the Western Hemisphere (Hymenoptera: Eumenidae). *University of California Publications in Entomology*, 40: p. 1-208.
- BORROR, D.J. & DELONG, D.M. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, p. 653.
- BRADE, A.C. 1956. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*, N°5. Itatiaia/RJ, p. 114.
- BRANDÃO, C.R.F. 1999. Hymenoptera. In: Joly, C.A.; Bicudo, C.E.M (Org.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: Invertebrados terrestres*. Brandão, C.R.F.; Cancellato, E.M. (Ed.). São Paulo: FAPESP,

p.141-146. Disponível em: (<http://www.biota.org.br/pdf/v5cap15.pdf>; <http://www.biota.org.br/publi/livros/busca>). Acessado em 14/Out/2013.

BREHM G.; COLWELL, R.K. & KLUGE, J. 2007. The role of the environmental and the middomain effect on moth species richness along a tropical elevational gradient. *Global Ecology and Biogeography*, 16: p. 205-219.

BROWN, J.H. & KODRIC-BROWN, A. 1977. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology*, 58, p. 445-449.

BROWN, K.S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. In: N.M. Collins & J.A. Thomas (Eds). *The conservation of insects and their habitat*. London, Academic Press, p. 350-404.

CARPENTER, J.M. & GARCETE-BARETT, B.R. 2005. Revision of the genus *Parazumia* de Saussure (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae). *Folia Entomologica Mexicana*, v. 44, p. 21-34.

CARPENTER, J.M. 2004. Synonymy of the Genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles* Möbius, 1856 (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae), and a New Key to the Genera of Paper Wasps of the New World. *American Museum Novitates*, v. 3465, p. 1-16.

CARPENTER, J.M. & GARCETE-BARRETT, B.R. 2002. A key to the Neotropical genera of Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae). *Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, v.14, n. 1-2, p. 52- 73.

CARPENTER, J.M. & MARQUES, O.M. 2001. Contribuição ao Estudo de Vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). Cruz das Almas - BA, Brasil. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia I Mestrado em Ciências Agrárias. Série Publicações Digitais, v. 3, p. 147.

CARPENTER, J.M. 1993. Biogeografic patterns in the Vespidae (Hymenoptera): Two Views of Africa and South America, p. 139-155. In: GOLDBLATT, P. (ed.), *Biological Relationships between Africa and South America*. New Halen, Yale University.

CARPENTER, J.M. & RASNITSYN, A.P. 1990. Mesozoic Vespidae. *Psyche*, v. 97, p. 1–20.

CARPENTER, J.M. 1991. Phylogenetic relationships and the origin of social behavior in the Vespidae. In: Ross, K. G. & Matthews, R.W. Eds. *The Social Biology of Wasps*. Ithaca, Cornell University, p.7-32.

CARPENTER, J.M. 1988. The phylogenetic system of the Gayellini (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae). *Psyche*, v. 95, n. 3-4, p. 211-241.

CARPENTER, J.M. 1981. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). *Systematic Entomology*, n. 7, p. 11-38.

CASSINO, P.C.R. 1966. Os marimbondos e sua importância agrícola. *Agronomia*, 24: p. 45-47.

CHAI, P. & SRYGLEY , R.B. 1990. Predation and the flight, morphology, and temperature of neotropical rain-forest butterflies. *American Naturalist*, 135: p. 398-411.

- CHATZAKI, M.; LYMBERAKIS, P.; MARKAKIS, G. & MYLONAS, M. 2005. The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography*, 32: p. 813-831.
- CIRELLI, K.R.N. & PENTEADO-DIAS, A.M. 2003. Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.47, n.1, p. 89- 98.
- COLWELL, R.K.; GOTELLI, N.J.; RAHBEEK, C.; ENTSMINGER, G.L.; FARRELL, C. & GRAVES, G.R. 2009. Peaks, plateaus, canyons, and craters: the complex geometry of simple mid-domains effect models. *Evolutionary Ecology Research*, 11: p.355-370.
- COLWELL, R.K.; RAHBEEK, C. & GOTELLI, N.J. 2004. The mid-domain effect and species richness: what have we learned so far? *The American Naturalist*, 143: p. 1-23.
- COLWELL, R.K. 2003. Estimate versão 700/2003. Disponível em: ([http:// viceroy.eeb.uconn. edu/Estimates7/EstimateS%](http://viceroy.eeb.uconn.edu/Estimates7/EstimateS%)). Acessado em 12/Set/2013.
- COLWELL, R.K. & LEES, D. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography os species richness. *Trends in Ecologyand Evolution*, 12: p. 70-76.
- CONNELL, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: p. 1302 – 1310.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL. 2005. Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas- MG. 2000. Avaliação e ações Prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos. Brasília: MMA/SBF. Disponível em: (www.conservation.org.br). Acessado em 10/Maio/2012.
- CONTI, J.B.; FURLAN, S.A. 2001. Geologia: o clima, os solos e a biota. In: Ross, J.L.S. (org). *Geografia do Brasil*. 4 Ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, p. 69-207.
- COOPER, M. 1997. The subgenus *Megacanthopus* Ducke of *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae), with a key and three new species. *Entomologist's Monthly Magazine*, 133:p. 217-223.
- COWAN, D.P. 1991. The solitary and presocial Vespidae. In: Ross, K.G., Matthews, R.W. (eds). *The social biology of wasps*. Ithaca: Cornell University Press, p. 33-73.
- COWAN, D.P. 1978. Behaviour, inbreeding, and parental investment in solitary eumenid wasps. Ph.D. Thesis, University of Michigan.
- COX, C.B. & MOORE, P.D. 2005. *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 7th edn. Blackwell, Oxford, UK.
- CRUZ, J.D. DA; GIANNOTTI, E.; SANTOS, G.M. DE; BICHARA FILHO, C.C. & ROCHA, A.A. DA. 2006. Nest site selection and fl ying capacity of Neotropical wasp *Angiopolybia pallens* (Hymenoptera: Vespidae) in the Atlantic Rain Forest, Bahia State, Brazil. *Sociobiology*, 47: p. 739-749.

- DAILY, G.C. & P.R. EHRLICH. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: Rapid evaluations using butterfly trapping. *Biodiversity and Conservation*, 4: p. 35-55.
- DÁRIO, R.F. & ALMEIDA, A.F. 2000. Influência do corredor florestal sobre a Avifauna da Mata Atlântica. *Scientia Forestalis*, 58: p. 99-109.
- DEJEAN, A.; CORDOBA, B. & CARPENTER, J.M. 1998. Nesting site selection by wasp in the Guianese rain forest. *Insectes Sociaux*, 45: p. 33-41.
- DEVELOPMENT, CORE TEAM. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acessado em: 10/Out/2013.
- DE VARIÉS, P.J.; D. MURRAY & R. LANDE. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in a Ecuadorian rain forest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62: p. 343-364.
- DEVI, N.P. & JAUHARI, R.K. 2004. Altitudinal distribution of mosquitoes in mountainous area of Garhwal region: Part-I. *Journal of Vector Borne Diseases*, 41: p. 17-26.
- DINIZ, I.R & KITAYAMA, K. 1994. Colony densities and preferences for nest habitats of same social wasps in Mato Grosso State, Brazil (Hymenoptera, Vespidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 3: p. 133-143.
- DUSÉN, P.K.H. 1955. Contribuições para a Flora do Itatiaia. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*. Itatiaia/RJ, n.4, p. 91.
- ELISEI, T.; RIBEIRO JUNIOR, C.; NUNES, J.V.; FERNANDEZ JUNIOR, A.; ZANUNCIO, J.C. & PREZOTO, F. 2007. Material forrageado por colônias de *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) em eucaliptal. In: X Simpósio de controle biológico, 10, 2007, Brasília. Anais, Brasília: Siconbiol, p. 1-2.
- ELPINO-CAMPOS, A.; DEL-CLARO, K. & PREZOTO, F. 2007. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 36, n. 5, p. 685-692.
- ESCOBAR, F.; LOBO J.M. & HALFFTER, G. 2005. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography*, 14: p. 327-337.
- EVANS, H.E. 1966. The behavior patterns of solitary wasps. *Annual Review Entomology*, 11: p. 123-154.
- FERNANDES, G.W.; R.C. ARAÚJO; S.C. ARAÚJO; J.A. LOMBARDI; A.S. PAULA; R. LOYOLA JÚNIOR & T.G. CORNELISSEN. 1997. Insect galls from savanna and rocky fields of the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil. *Naturalia*, 22: p. 221-244.
- FISHER, B.L. 1998. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Spéciale d'Anjanharibe-Sud and on the Western Masoala Peninsula Madagascar. *Fieldiana Zoology*, 90: p.39-67.

- FLEISHMAN, E.; FAY, J.P. & MURPHY, D.D. 2000. Upsides and downsides: contrasting topographic gradients in species richness and associated scenarios for climate change. *Journal of Biogeography*, 27, p. 1209–1219.
- FLEISHMAN, E.; AUSTIN, G.T. & WEISS, A.D. 1998. An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. *Ecology*, 79: p. 2482-2493.
- FRENSEL, D.M.B. 2011. Padrões de Variação na Riqueza de Espécies em Gradientes Altitudinais: uma Revisão Multi-taxonômica. Dissertação. Universidade de Brasília. Programa de Pós Graduação em Ecologia. Brasília-DF.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (ONG). 2007. Disponível em: (<http://www.sosmataatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>). Acessado em: 10/Maio/2012.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (ONG). 1998. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Instituto Socioambiental. Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995. São Paulo. 2007. Disponível em: (www.fundacaososmataatlantica.org.br). Acessado em: 10/Maio/2012.
- FURNAS. 2011. Dados brutos das estações pluviométricas AGNE e PQUE – 1984 a 2011. Planilha eletrônica. Dados não publicados, fornecidos para uso em pesquisa mediante autorização. FURNAS Centrais Elétricas S. A., Rio de Janeiro, RJ. Trabalho de dissertação, Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional, Gustavo W. Tomzhinski, 2012. Itatiaia RJ, disponível on-line no Boletim de Pesquisa do Parna Itatiaia N° 15.
- FURTADO, L.M.V.; MAGRO, T.C.; FREIXÊDAS-VIEIRA, V.M.; ESSOE, B. & BARROS, M.I.A. 2001. Plano de Uso Público – Parque Nacional do Itatiaia. Brasília, p. 199.
- GARCETE-BARRETT, B.R. & M.G. HERMES. 2013. The species of the genus *Hypodynerus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) occurring in Brazil. *ZooKeys*, 296 : p. 25–33.
- GARCETE-BARRETT, B.R. 2011. A revision of the genus *Stenonartonia* Giordani Soika, 1973 (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae). *Zootaxa*, 2868: p. 1-50.).
- GARCETE-BARRETT, B.R. & CARPENTER, J.M. 2000. A note on the taxonomy of the genus *Ceramiopsis* Zavattari (Hym., Vespidae, Masarinae). *Journal of the New York Entomology Society*, v. 108, n. 1-2, p. 181-186.
- GASTON, K.J.; GAULD, I.D. & HANSON, P. 1996. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 23: p. 105- 113.
- GASTON, K.J. 1993. Spatial patterns in the description and richness of the Hymenoptera, p. 277-293. In: J. LaSalle & L.D. Gauld (eds.). *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingford, CAB International, p. 348.
- GAYUBO, S.F.; GANZÁLEZ, J.A.; ASÍS, J.D. & TORMOS, J. 2005. Conservation of European environments: The Spheciformes wasps as biodiversity indicators (Hymenoptera: Apoidea: Ampulicidae, Sphecidae and Crabronidae). *Journal of Natural History*, v. 39 (29), p. 2705-2714.

- GEISE, L.; PEREIRA, L.G.; BOSSI, D.E.P. & BERGALLO, H.G. 2004. Pattern of elevational distribution and richness of non volant mammals in Itatiaia national park and its surroundings, in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64: p.599-612.
- GESS, S.K. 1996. *The pollen wasps: ecology and natural history of the Masarinae*. Cambridge: Harvard University Press.
- GERAGHTY, M.J., DUNN, R.R. & SANDERS, N.J. 2007. Body size, colony size, and range size in ants (Hymenoptera: Formicidae): are patterns along elevational and latitudinal gradients consistent with Bergmann's Rule? *Myrmecological News*, 10: p. 51-58.
- GHAZOUL, J. 2002. Impact of logging on the richness and diversity of Forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. *Biodiversity and Conservation*, 11: p. 521-541.
- GIANNOTTI, E.; PREZOTO, F. & MACHADO, V.L.L. 1995. Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae). *Anais da Sociendade Entomológica do Brasil*, 24: p. 455-463.
- GIORDANI SOIKA, A. 1990. Revisione degli eumenidi neotropicali appartenenti ai generi *Pachymenes* Sauss., *Santamenes* N. Gen., *Brachymenes* G.S., *Pseudacaromenes* G.S., *Stenosigma* G.S. e *Gamma* Zav. (Hymenoptera). *Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 39 (1988): p. 71-172.
- GOMES, B. & NOLL, F.B. 2009. Diversidade de Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae) em Três Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.53, n.3.
- 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.
- GRAU, O.; GRYTNES, J.A. & BIRKS, H.J.B. 2007. A comparison of altitudinal species richness patterns of bryophytes with other plant groups in Nepal, Central Himalaya. *Journal of Biogeography*, 34: p. 1907-1915.
- GRINNELL, J. & Storer, T.I. 1924. *Animal life in the Yosemite*. University of California Press. Berkeley, p. 752.
- GRIMALDI, D. & ENGEL, M.S. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press: Cambridge, p. 755.
- GRIMALDI, D. 1999. The co-radiation of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86: p. 373–406.
- GRYTNES, J.A. & MCCAIN, C.M. 2007. Elevational trends in biodiversity. In: S., Levin (ed). *Encyclopedia of Biodiversity*. Amsterdam: Elsevier, 2: p. 1-8.
- GRYTNES, J.A.; HEEGAARD E. & IHLEN, P.G. 2006. Species richness of vascular plants, bryophytes, and lichens along an altitudinal gradient in western Norway. *Acta Oecologica*, 29: p. 241–246.
- GRYTNES, J.A. 2003. Species-richness patterns of vascular plants along altitudinal transects in Norway. *Ecography*, 26: p. 291-300.

- GRZIMEK, BERNHARD. 2003. Grzimek's Animal Life Encyclopedia, Amphibians. Edited by Michael Hutchins, William E. Duellman, and Neil Schlager. Farmington Hills, MI: Gale Group, 2nd edition. v. 6.
- GUTIÉRREZ, D. 1997. Importance of historical factors on species richness and composition of butterfly assemblages (Lepidoptera: Rhopalocera) in a northern Iberian mountain range. *Journal of Biogeography*, 24: p. 77-88.
- HACKENBERGER, B.K.; JARIC, D. & KRUMHOLTZ, S. 2009. Distribution of Tabanids (Diptera: Tabanidae) Along a Two-Sided Altitudinal Transect. *Environmental Entomology*, 38(6): p. 1600-1607.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2005. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Versão 1.37. Palaeontologica Electronica*, 4: p. 1-9.
- HANSON, P.E. & GAULD, I.D. 1995. The biology of hymenoptera. Natural history, p. 20-28. In: P. E. Hanson & I.D. Gauld (Eds.). *The Hymenoptera of Costa Rica*. New York, Oxford University Press, p. 893.
- HAWKINS, B.A.; DINIZ-FILHO, J.A.F. & WEIS, A.E. 2005. The Mid-Domain Effect and Diversity Gradients: Is There Anything to Learn? *The American Naturalist*, 166 (5): p. 140-143.
- HAWKINS B.A.; FIELD R. & CORNELL HVET A.L. 2003. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84: p. 3105-3117.
- HEANEY, L.R. 2001. Small mammal diversity along elevational gradients in the Philippines: an assessment of patterns and hypotheses. *Global Ecology and Biogeography*, 10: p. 15-39.
- HERMES, M.G. & G.A.R. MELO. 2008. Revision and cladistic analysis of the eumenine wasp genus *Pseudodynerus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae). *Systematic Entomology*, 33: p. 361-394.
- HERMES, M.G. & KÖHLER, A. 2006. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 50: p. 268-274.
- HODKINSON, P. 2005. 'Insider Research' in the Study of Youth Cultures'. *Journal of Youth Studies*, 8 (2): p. 131-49.
- HORN, H.S. 1975. Markovian properties of forest succession. In: Cody, M.L. & Diamond, J.M., editors. *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, p. 196-211.
- HUGHES, T.R.; ROBERTS, C.J.; DAI, H.; JONES, A.R.; MEYER, M.R.; SLADE, D.; BURCHARD, J.; DOW, S.; WARD, T.R.; KIDD, M.J.; FRIEND, S.H. & MARTON, M.J. 2000. Widespread aneuploidy revealed by DNA microarray expression profiling. *Nature Genetics*, Press.
- HUNT, J.H.; O'DONNELL, S.; CHERNOFF, N. & BROWNIE, C. 2001. Observations on two neotropical swarm-founding wasps, *Agelaiia yepocapa* and *A. panamaensis* (Hymenoptera: Vespidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 94, n. 4, p. 555-562.

HURLBERT, S.R. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*, v. 52, n. 4, p. 577-586.

HUSTON, M.A. 1994. *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 1994. Plano Emergencial para o Parque Nacional do Itatiaia. Diretoria de Ecossistemas, Departamento de unidades de conservação, Brasília, DF, p. 83.

IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. 1982. IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de ação emergencial para o Parque Nacional de Itatiaia (mapeamentos em escala 1:50.000). Brasília, IBAMA/DIREC/DEUC/DIGER.

IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. 1982. Plano de Manejo do Parque Nacional do Itatiaia, Brasília, p. 207.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2013. Diretoria de Pesquisas (DPE). Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPIS). Estimativas da população residente no Brasil e unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2013. Disponível em: (<http://www.ibge.gov.br>). Acessado em 03/Mar/2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1992. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Centro de Documentação e Disseminação de Informações / IBGE, Rio de Janeiro, p.92.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2009. Primeira Monitoria e Avaliação Assistida dos Instrumentos de Planejamento da Parte Baixa do Parque Nacional do Itatiaia. Brasília, p. 40.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2013. Fonte: Dados da Rede do INMET. Estação Resende/RJ. Organização Meteorológica Mundial (OMM:83738). disponível em: (<http://www.inmet.gov.br/portal/>). Acessado em 21/Dez/2013.

JEANNE, R.L. 1972. Social biology of the neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 144: p. 63–150.

JANSEN, D.H.; ATAROFF, M. & FARINAS, M. 1976. Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica*, 8: p. 193- 203.

KATTAN, G.H. & FRANCO, P. 2004. Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: area and mass effects. *Global Ecology and Biogeography*, 13: p. 451-458.

KESSLER, M. 2001. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation*, p. 1973-1495.

KESSLER, M. 2009. The impact of population processes on patterns of lessons from elevational gradients. *Basic and Applied Ecology*, 10: p. 295-299.

- KLUGE, J.; KESSLER, M. & DUNN, R.R. 2006. What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints climate and species pool effects for pteridophytes on an elevational gradient in Costa Rica. *Global Ecology and Biogeography*, 15:p. 358-371.
- KOCHER, S.D.; WILLIAMS, E.H. 2000. The diversity and abundance of North American butterflies, vary with habitat disturbance and geography. *Journal of Biogeography*, 27: p. 785-794.
- KREBS, C.J. 2001. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Fifty Edition. Benjamin Cummings, San Francisco, CA, p. 695.
- KREBS, C.J. 1889. *Ecology Methodology*. Harper & Row, New York.
- KREBS, C.J. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 2 ed. New York, Harper & Row, p.678.
- KRENN, H.; PLANT, J. D. & SZUCSICH, N.U. 2005. Mouthparts of flower-visiting insects. *Arthropod Structure & Development*, v. 34, p. 1-40.
- KROMBEIN, K.V. & NORDEN, B.B. 1997. Nesting behavior of *krombeinctus nordenae* Laclerq, a sphecid wasp with vegetarian larvae (Hymenoptera, Sphecidae, Crabronidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 99:p.42-49.
- KROMBEIN, K.V. 1967. *Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates*. Washington: Smithsonian, Press, p. 570.
- 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, *Biotrópica*, 41(3): p. 338–346.
- LABANDEIRA, C.C. 1997. Insect mouthparts: Ascertaining the paleobiology of insect feeding strategies. *Annual Reviews of Ecology Systematics*, 28: p. 153-193.
- LASALLE, J. & GAULD, I.D. 1993. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organisms, p.1-26 In: *Hymenoptera and Biodiversity* (J. La Salle.& I.D. Gauld, eds). CAB International, Wallingford, p. 348.
- LAWTON, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 28: p. 23-39.
- LEITÃO-FILHO, H.F. 1987. Consideração sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *Revista Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)*, 35: p. 41-46.
- LEWIS, O.T.; R.J. Wilson & M.C. Harper. 1998. Endemic Butterflies on Grande Comore: habitat preferences and conservation priorities. *Journal Biological Conservation*, 85: 113-121.
- LEWINSOHN, T.M.; NOVOTNY, V. & BASSET, Y. 2005. Insects on plants: Diversity of herbivore assemblages revisited. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 36: p. 597-620.
- LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I.K.L. & ALMEIDA, A.M. 2001. Inventários bióticos centrados em recursos: insetos fitófagos e plantas hospedeiras. In Garay, I. & Dias, B. (orgs.) *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Editora Vozes, p. 174-189.

- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R. & HARTSHORN, G.S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 84: p.137-152.
- LINK, O.; C.M. BIEZANKO; M.F. TORRAGÓ & S. CARVALHO. 1977. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. I. Papilionidae e Pieridae. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, 7 (4): p. 381-389.
- LOMOLINO, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10: p.3-13.
- LOMOLINO, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10: p.3-13.
- LOVETT, J.C.; MARSHALL, A.R. & CARR, J. 2006. Changes in tropical forest vegetation along an altitudinal gradient in the Udzungwa Mountains National Park, Tanzania. *African Journal of Ecology*, 44: p. 478-90.
- MACHADO, V.L.L. 1982. Plants which supply “hair” material for nest building of *Protopolybia sedula* (Saussure, 1984), p.189-192. In Jaisson P (ed) *Social insects in tropics*. Paris, University Paris-Nord, p. 356.
- MARGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Princeton University, p. 179.
- MARQUES, M.F. 2011. *Guilda de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) Nidificantes em Ninhos-armadilha em um Gradiente Altitudinal na Mata Atlântica*. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.
- MARQUES, O.M.; CARVALHO, C.A.L. & COSTA J.M. 1993. Levantamento das espécies de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) no município de Cruz das Almas – estado da Bahia. *Insecta*, 2: p. 1-9.
- MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa de biodiversidade. *Holos*, p. 236-267.
- MASON, W.R.M.; HUBER, J.T. & FERNÁNDEZ, F. 2006. EI orden Hymenoptera. In: F. Fernández & M. J. Sharkey (eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá, D.C. Ed. Guadalupe, p. 1-6.
- MCCAIN, C.M. 2007b. Could temperature and water availability drive elevational species richness? A global case study for bats. *Global Ecology and Biogeography*, 16: p. 1–13.
- MCCAIN, C.M. 2010. Global analysis of reptile elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19: p. 541–553.
- MCCAIN, C.M. 2009. Global analysis of bird elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 18: p.346-360.
- MCCAIN, C.M. 2007. Area and mammalian elevational diversity. *Ecology*, 88: p. 76-86.

- McCAIN, C.M. 2005. Elevational gradients in diversity of small mammals. *Ecology*, 86: p. 366-372.
- McCAIN, C.M. 2004. The mid-domain effect applied to elevational gradients: species richness of small mammals in Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 31: p.19-31.
- McCOY, E.D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos*, 58: p.313–322.
- MELO, G.A.R.; AGUIAR, A.P. & GARCETE-BARRETT, B.R. 2012. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto. *Holos*, c. 35, p. 554.
- MERRILL, R.M.; GUTIÉRREZ, D.; LEWIS, O.T.; GUTIÉRREZ, J.; DÍEZ, S.B. & WILSON, R.J. 2008. Combined effects of climate and biotic interactions on the elevational range of a phytophagous insect. *Journal of Animal Ecology*, 77: p. 145–155.
- MORATO, E.F.; AMARANTE, S.T. & SILVEIRA, O.T. 2008. Avaliação ecológica rápida da fauna de vespas (Hymenoptera: Aculeata) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil. *Acta Amazonica*, v.38, n.4, p.789-798.
- MORATO, E.F. & CAMPOS, L.A.O. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. Curitiba. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 2, p. 429-444.
- MURPHY, D.D. 1997. Desafios à diversidade biológica em áreas urbanas. In: Wilson, E.O. (Ed.). *Biodiversidade*. Nova fronteira, p.657.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: p. 853-858.
- OBER, H.K. & HAYES, J.P. 2010. Determinants of nocturnal Lepidopteran diversity and community structure in a conifer-dominated forest. *Biodiversity Conservation*, 19: p. 761–774.
- O’ DONNELL, S. & F.J. JOYCE. 2001. Seasonality and colony composition in a Montane Tropical eusocial wasp. *Biotropica*, 33: p. 727–732.
- O’DONNELL, S. 2000. Eusocial wasps(Vespidae:Polistinae). In N.M.Nadkarni and N. T. Wheelwright (Eds.).*Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest*, Oxford University. Press,Oxford, UK, p. 129–131.
- ODUM, E.P. & BARRET, G.W. 2007. *Fundamentos de Ecologia*; Thomson Learning Editora, p.632.
- OLIVEIRA, R.R.; ZAÚ, A.S.; LIMA, D.F.; SILVA, M.B.R.; VIANNA, M.C.; SODRÉ, D.O. & SAMPAIO, P.D. 1995. Significado Ecológico da Orientação de Encostas no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. In: *Oecologia Brasiliensis*, vol I, p. 523-541. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- OLSON, D.M.. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, 10: p. 129-150.

- ORMEROD, S.J.; RUNDLE, S.D.; WILKINSON, S.M.; DALY, G.P.; DAL, K.M. & JUTTNER, I. 1994. Altitudinal trends in the diatoms, bryophytes, macroinvertebrates and fish of a Nepalese river system. *Freshwater Biology*, 32, p. 309-322.
- OTERO, L.S.; BROWN, K.S.JR.; MIELKE, O.H.H.; MONTEIRO, R.F.; COSTA, J.M.; MACÊDO, M.V; MACIEL, N.C.; BECKER, J.; SALGADO, N.C.; SANTOS, S.B.; MOYA, G.E.; ALMEIDA, J.M. & SILVA, M.D.. 2000. Invertebrados terrestres, p. 53-62. In: H.G. Bergallo; C.F.D. Rocha; M.A.S. Alves & M.V. Sluys (orgs.). *A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p. 166.
- PACIÊNCIA, M.L.B. 2008. Diversidade de pteridófitas em gradientes de altitude na Mata Atlântica do Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, p. 230.
- PEARSON, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical magazine, Sixth series*, 2: p. 559-572.
- PENDRY, C.A. & PROCTOR, J. 1996. The causes of altitudinal zonation of rain forests in Bukit, Belalong, Brunei. *Journal of Ecology*, 84: p. 407-418.
- PEREIRA, I.M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. O.; BOTELHO, S.A.; CARVALHO, W.A.C.; FONTES, M.A.L.; SCHIAVINI, I. & SILVA, A.F. 2006. Composição Florística do Compartimento Arbóreo De Cinco Remanescentes Florestais Do Maciço Do Itatiaia, Minas Gerais E Rio De Janeiro. In: *Rodriguésia*, 57(1): p. 103-126.
- PEARSON, KARL. 1901. On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine, Series 6*, 2 (11), p.559–572.
- PIANKA, E.R. 1999. *Evolutionary Ecology*. Sixty Edition. Benjamin Cummings, San Francisco, CA, p. 512.
- PICKETT, K. & J. WENZEL. 2007. Revision and cladistic analysis of the nocturnal social wasp genus, *Apoica* Lepeletier (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Epiponini). *Psyche*, 3562: p. 1-30.
- PINTO, L.P. & BRITO, C.W. 2005. Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. Belo Horizonte: SOS Mata Atlântica I Conservação Internacional do Brasil. Disponível em: (www.hotspotsrevised.org). Acessado em 03/Maio/2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ITATIAIA. 2012. Parque Nacional do Itatiaia. Disponível em: (<http://www.itatiaia.rj.gov.br/>). Acessado em 10/Out/2012.
- PREZOTO, F. & MACHADO, V.L.L. 1999. Transferência de colônias de vespas (*Polistes simillimus* Zikán, 1951) (Hymenoptera, Vespidae) para abrigos artificiais e sua manutenção em uma cultura de *Zea mays* L. *Revista Brasileira de Entomologia*, 43: p. 239-241.
- PREZOTO, F. & CLEMENTE, M.A. 2010. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *MG Biota*, v. 3, n.4, p. 22-32.
- PREZOTO, F.; GIANNOTTI, E. & NASCIMENTO, F. 2008. Entre mandíbulas e ferrões, o Estudo de comportamento de vespas, p.43-53. In: EL-CLARO, K.; PREZOTO, F.; SABINO, J. (eds.), *As Distintas Faces do Comportamento Animal*. Valinhos, Anhanguera Educacional S/A, p. 42.

- PRIMACK, RB. & RODRIGUES. 2001. *Biologia da conservação*. Editora Midiograf Londrina, Paraná.
- PURCELL, J. & AVILÉS, L. 2008. Gradients of precipitation and ant abundance may contribute to the altitudinal range limit of subsocial spiders: insights from a transplant experiment. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*, 275: p. 2617-2625.
- PYLE, R.; BENTZIEN, M. & OPLER, P. 1981. Insect conservation. *Annual Review of Entomology*, 26: p. 233-258.
- PYRCZ, T.W. & WOJTUSIAK, J. 2002. The vertical distribution of pronophiline butterflies (Nymph., Sat.) along an elevational transect in Monte Zerpa (Cordillera de Mérida, Venezuela) with remarks on their diversity and parapatric distribution. *Global Ecology and Biogeography*, 11: p. 211-221.
- RICKLEFS, R.E. & G.L. MILLER. 1999. *Ecology*. Freeman W.H. and Company, New Yourk, NY.
- RAJÃO, H. & CERQUEIRA, R. 2006. Distribuição altitudinal e simpatria das aves do gênero *Drymophila Swainson* (Passeriformes, Thamnophilidae) na Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (3): p. 597-607.
- RAHBEK, C.; GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K.; ENTSMINGER, G.L.; RANGEL, T.F.L.V.B. & GRAVES, G.R. 2007. Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B. Biological Sciences*, 274: p. 165-174.
- RAHBEK, C. & GRAVES, G.R. 2001. Multiscale assessment of patterns of avian species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences.USA*, 98, p. 4534–4539.
- RAHBEK, C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species richness patterns. *Ecology Letters*, 8: p. 224-239.
- RAHBEK, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *The American Naturalist*, 149 (5): p. 875-902.
- RAHBEK, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18: p. 200-205.
- RAPOSO FILHO, J.R. & RODRIGUES, V.M. 1983. Comportamentos tróficos de *Mischocyttarus (Monocyttarus) extinctus* Zikán, 1935 (Polistini, Vespinae). I. Alimentação Protéica. *Naturalia*, 8: p. 105-107.
- RASNITSYN, A.P. 2002. Superorder Vespidea Laicharting, 1781. Order Hymenoptera Linné, 1758 (Vespida Laicharting, 1781). Pp. 242–54. In: Rasnitsyn, A. P., and D. L. J. Quicke (eds.), *History of Insects*. Kluwer Academic Publishers; Dordrecht, the Netherlands, xii, p. 517.
- REEVE, H.K. 1991. *Polistes*, p.99-148. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (eds.), *The Social biology of wasps*. New York Comstock/ Cornell University Press.

- REMONTI, L.; BALESTRIERI, A. & PRIGIONI, C. 2009. Altitudinal gradient of Eurasian otter (*Lutra lutra*) food niche in Mediterranean habitats. *Canadian Journal of Zoology*, 87: p. 285-291.
- RESENDE, J.J.; SANTOS, G.M.M. & BICHARA FILHO, C.C.; GIMENES, M. 2001. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). *Revista Brasileira de Zoociências*, 3: p. 105-115.
- RESTELLO, R.M. 2003. Diversidade de Braconidae (Hymenoptera) e o seu uso como bioindicadores na Unidade de Conservação Teixeira Soares, Marcelo Ramos, RS. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, p.125.
- RIBEIRO, S.P.; CARNEIRO, M.A.A. & FERNANDES, W. 1993. Distribution of *Brachypnoea* (Coleoptera: Chrysomelae) in an altitudinal gradient in a Brazilian savanna vegetation. *Phytophaga*, p. 29-33.
- RICHARDS, O.W. 1978. *The social wasps of the Ameritas*. Fletcher & Son Ltd. Londo, p. 584.
- RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro, p.747.
- RODRIGUES, W.C. 2005. DivEs. Diversidade de espécies. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário. Disponível em: (<http://www.ebras.bio.br/dives>). Acessado em: 22/Mar/2013.
- RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V. & CAVALCANTI, A.P.B. 2007. *Geoecologia das Paisagens: uma visão sistêmica da análise ambiental*. Edições UFC, Fortaleza, CE, 2ª Ed., p. 222.
- ROGO, L. & ODULAJA, A. 2001. Butterfly populations in two forest fragments at the Kenyacoast. *East African Wild Life Society*, 39: p. 266-275.
- ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V. & LEHMKUHL, D.M. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management*, v.10, n.6, p. 773-783.
- ROSENZWEIG, M.L. 1995. *Species diversity in space and time*. University Press, Cambridge. Cambridge, p. 436.
- SAMSON, D.A., RICKART, E.A. & GONZALES, P.C. 1997. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica*, 29: p. 349-363.
- SANDERS, N.J.; MOSS, J. & WAGNER, D. 2003. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global Ecology and Biogeography*, 12: p. 93–102.
- SANDERS, N.J. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography*, 25: p. 25–32.
- SANTOS, C.P.S. 2008. Distribuição e diversidade de formiga de serapilheira (Hymenoptera: Formicidae) ao longo de um gradiente elevacional no parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Picinguaba, São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, p.70.
- SANTOS, E.F. 2008. Estrutura de Assembléia de Vespoidea Solitários (Insecta: Hymenoptera) ao longo de um gradiente altitudinal no Parque Estadual da Serra do Mar, São

Paulo, Brasil. Dissertação. Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Zoologia. São Paulo.

SANTOS, G.M.M.; BICHARA FILHO, C.C.; RESENDE, J.J.; CRUZ, J.D.D. & MARQUES, O.M. 2007. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica island, Bahia State, Brazil. *Londrina. Neotropical Entomology*, v. 36, n. 2, p. 180–185.

SANTOS, G.M.M.; AGUIAR, C.M.L. & GOBBI, N. 2006. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera, Vespidae) visiting owers in the Caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). *EUA. Sociobiology*, v. 47, n. 2, p. 1-12.

SANTOS, A.A. & ZIKAN, C.E. 2000. Descrição Geral do Parque Nacional do Itatiaia. In: SANTOS A. A. (editor), *Cadernos Para o Desenvolvimento Sustentável – vol. 3: O Parque Nacional do Itatiaia*. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, RJ, p. 173.

SANTOS, G.M.M. & GOBBI, N. 1998. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera - Vespidae) in a caatinga area, Bahia State - Brazil. *Jounal of Advanced Zoology*, 19: p. 63-69.

SARMIENTO, C.E. & CARPENTER, J. 2006. Familia Vespidae. p. 539-556. En: Fernández, F.; Sharkey, M. (eds) *Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología-U. Nacional de Colombia. Bogotá, p. 893.

SCHWARTZ-FILHO, D.L; LAROCA, S. & MALKOWSKI, S.R. 2004. Livro vermelho da fauna ameaçada no Paraná. Abelhas, disponível em: (<http://celepar.pr.gov.br/livrovermelho/>).

SHARKEY, M.J. 2007. Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa* 1668: p. 521-548.

SILVA NETO, S.J. & PEIXOTO, A.L. 2012. Rubiaceae do Parque Nacional do Itatiaia Rio de Janeiro, Brasil. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Tese de Doutorado. Programa de Pós – Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), p. 118.

SFENTHOURAKIS, S.; ANASTASIOU, L. & STRUTENSCHI, T. 2005. Altitudinal terrestrial isopod diversity. *European Journal of Soil Biology*, 41: p.91-98.

SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana. University of Illinois Press, p.117.

SILVA-PEREIRA, V. DA & SANTOS, G.M. DE M. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology* 35: p. 165-174.

SILVEIRA, O.T. 2002. Surveying Neotropical Social Wasps. An evaluation of methods in the “Ferreira Penna” Research Station (ECFPn), In Caxiuanã, PA, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 42 (12): p. 299-323.

SILVEIRA, O.T. 2008. Phylogeny of wasps of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 52 (4): p. 510-549.

- SIMAIAKIS, S.M. & MARTÍNEZ-MORALES, M.A. 2010. Nestedness in centipede (Chilopoda) assemblages on continental islands (Aegean, Greece). *Acta Oecologica*, 36: p. 282-290.
- SMITH, E.F. 2004. Nest sites of the paper wasp *Mischocyttarus collarellus* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a lowland tropical rain forest. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 77: p. 457-469.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL. 1973. Numerical taxonomy. Freeman, San Francisco.
- SOUZA, M.M. & PREZOTO, F. 2006. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Semideciduous Forest and Cerrado (Savanna) Regions in Brazil. *Sociobiology*, v. 47 (1): p.135-147.
- SOUZA, M.M. & ZANUNCIO, J.C. 2012. Marimbondos: vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae). Viçosa, Minas Gerais. Editora da Universidade Federal de Viçosa. p. 26-41.
- SOUZA, M.M.; LOUZADA, J.; SERRÃO, J.E. & ZANUNCIO, J.C. 2010A. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian Forest in southeast Brazil. *Sociobiology*, 56 (1): p.110.
- SOUZA, M.M.; LADEIRA, T.E.; ASSIS, N.R.G.A.; ELPINO-CAMPOS, A.; CARVALHO, P. & LOUZADA, J.N.C. 2010B. Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) no campo rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. *MG. biota* 3 (2): p.15-32.
- SOUZA, W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology, Systematics*, cap.15, p. 353-391.
- SPRADBERY, J.P. 1973. An account of the biology and natural history of social and solitary wasps. , USA, Seattle. University Washington Pressp, p. 408.
- STEVENS, G.C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: na Extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*, 140 (6): p.893-911.
- STEVENS, G.C. 1989. The latitudinal gradients in geographical range: how so many species co-exist in the tropics. *American Naturalist*, 133: p. 240-256.
- STRANGHETTI, V. & TARODA-RANGA, N. 1998. Levantamento florístico das espécies vasculares da floresta estacional mesófila semidecídua da Estação Ecológica de Paulo de Faria. São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 21(3): p. 289-98.
- SÜHS, R.B.; SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A. & PUTZKE, J. 2009. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul. Rio Grande do Sul. Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 7 (2): p. 138-143.
- TERBORGH, J. 1985. The role of ecotones in the distribution of Andean birds. *Ecology*, 66, p. 1237-1246.
- THOMANZINI, M.J. & THOMANZINI, A.P.B.W. 2000. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: EMBRAPA. Acre. Circular Técnica, 57, p. 21.

- TOMZHINSKI, G.W. 2012. Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia. (Mapa da Localização do Parna Itatiaia-RJ). Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade federal do Rio de Janeiro - UFRJ, IGEO, Programa de Pós Graduação em Geografia. Rio de Janeiro, p. 26.
- TOMZHINSKI, G.W. 2012. Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia. (Mapa de Classes de Incidência de Radiação Solar) Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade federal do Rio de Janeiro - UFRJ, IGEO, Programa de Pós Graduação em Geografia. Rio de Janeiro, p. 67-69.
- VIANA, V.M. 1995. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas. In: Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo. Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais. University of Florida, p. 135-154.
- VON HUMBOLDT, A. & A. BONPLAND. 1807 . Essay on the geography of plants with a physical tableau of the equinoctial regions. Fr. Schoell, Paris. In S. T. Jackson [ed.]. 2009. A. von Humboldt and A. Bonpland, Essay on the geography of plants. USA. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, p. 57–143.
- WANG, X.; WIEGAND, T.; WOLF, A.; HOWE, R.; DAVIES, S.J. & HAO, Z. 2011. Spatial patterns of tree species richness in two temperate forest. *Journal of Ecology*, Press.
- WARD, P.S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities, 99-121. In: D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution Press, p. 280.
- WENZEL, J.W. 1998. A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). *American Museum Novitates*, 3224: p. 1-39.
- WENZEL, J.W. 1991. Evolution of nest architecture, p.480-519. In: Ross K.G., Matthews R. W. (eds) *The social biology of wasps*. Ithaca. Cornell University, p. 678.
- WHITTAKER, R.H. & NIERING, W.A. 1965. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: a gradient analysis of the south slope. *Ecology*, 46: p. 429–452.
- WHITTAKER, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews*, 42: p. 207–264.
- WILLIAMS, K.K.; MCMILLIN, J.D.; DEGOMEZ, T.E.; CLANCY, K.M. & MILLER, A. 2008. Influence of Elevation on Bark Beetle (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) Community Structure and Flight Periodicity in Ponderosa Pine Forests of Arizona. *Environmental Entomology*, 37 (1): p. 94-108.
- WILLIG, M.R. & C.P. BLOCH. 2006. Latitudinal gradients of species richness: A test of the geographic area hypothesis at two ecological scales. *Oikos*, 112: p. 163-173.
- WILLIG, M.R.; KARFMAN, D.M. & STEVENS, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale and synthesis. *Annual Review of Ecological, Evolution, and Systematics*, 34: p. 273-309.
- WILSON, E.O. 1971. *The insect societies*. Cambridge, Belknap. Press, p. 548.

WILSON, E.O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, Belknap, p. 697.

WILSON, E.O. 1997. A situação atual da diversidade biológica. In: E. O. Wilson & F. M. Peter (Eds.). *Nova Fronteira*, Rio de Janeiro. *Biodiversidade*, p. 3-24.

WOLDA, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30: p. 313–323.

ZAPATA, F.A.; GASTON, K.J. & CHOWN, S.L. 2003. Mid-domain models of species richness gradients: assumptions, methods and evidence. *Journal of Animal Ecology*, 72: 677-690.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F.; NOLL, F.B.; MECCHI, M.R.; MATEUS, S.; BAILO M.V. & SHIMA, S.N. 1995. *Agelaisia vicina*, a swarm-founding Polistinae with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). *Journal of the New York Entomological Society*, v. 103, p. 129-137.

10. Anexo

Anexo A - Análises dos dados obtidos.

scores					
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
1	-2.7467	0.71019	0.89172	-0.24095	0.23421
2	-1.7412	-0.35382	0.093109	0.73002	-0.17762
3	-2.1827	-0.47988	-1.0609	-0.39638	-0.12526
4	2.3619	0.49482	0.51303	-0.23828	-0.42009
5	2.1276	1.3376	-0.6926	0.19889	0.24744
6	2.1812	-1.7089	0.25565	-0.0533	0.24132

loadings					
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
alt	0.37862	-0.19166	-0.31239	-0.28457	0.55141
nalt	0.398	-0.03937	0.15962	0.20578	0.50407
precip	0.071729	0.89133	0.26392	-0.11705	0.2402
tmax	-0.39744	0.15116	-0.13916	0.22594	0.004117
tmin	-0.39969	0.029904	0.1534	0.25705	0.35253
insola	0.30322	0.33894	-0.71261	0.41837	-0.20463
ur	0.36359	-0.13151	0.439	0.66276	-0.13147
vv	0.3889	0.10639	0.2527	-0.3627	-0.44801

Shannon index

P1 P2
H: 2.446 H: 1.9971

Variance: 0.008564 Variance: 0.012607

t: 3.0848

df: 224.96

p(same):0.0022919

Simpson index

Variance: 0.0012084 Variance: 0.010153

t: -2.9805

df: 13.754

p(same):0.010089

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Shannon index

P2 p6

H: 1.9971 H: 1.2307

Variance: 0.012607 Variance: 0.017915

t: 4.3868

df: 84.939

p(same):3.284E-05

Simpson index

D: 0.21949 D: 0.34948

Variance: 0.0012084 Variance: 0.0024705

t: -2.1432

df: 69.926

p(same):0.035581

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Shannon index

P3 P5

H: 1.7887 H: 0.65548

Variance: 0.019536 Variance: 0.01072

t: 6.5151

df: 57.291

p(same):1.9956E-08

Simpson index

D: 0.26486 D: 0.53719

Variance: 0.0021555 Variance: 0.010153

t: -2.4546

df: 16.051

p(same):0.02589

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Shannon index

P3 p6

H: 1.7887 H: 1.2307

Variance: 0.019536 Variance: 0.017915

t: 2.8836

df: 93.687

p(same):0.0048769

Simpson index

D: 0.26486 D: 0.34948

Variance: 0.0021555 Variance: 0.0024705

t: -1.2442

df: 86.693

p(same):0.2168