

Gabriela de Almeida Locher

**COMUNIDADES DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA, VESPIDAE,
POLISTINAE) EM DOIS GRADIENTES ALTITUDINAIS NA SERRA DA
MANTIQUEIRA**

Orientador: Edilberto Giannotti

Co-orientador: Orlando Tobias Silveira

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio
Claro, Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em
Ciências Biológicas (Zoologia).

Rio Claro/2016

595.798 Locher, Gabriela de Almeida
L812c Comunidades de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae,
Polistinae) em dois gradientes altitudinais na Serra da
Mantiqueira / Gabriela de Almeida Locher. - Rio Claro, 2016
168 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Edilberto Giannotti
Coorientador: Orlando Tobias Silveira

1. Vespa. 2. Mata Atlântica. 3. Altitude. 4.
Mischocttarini. 5. Polistini. 6. Epiponini. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Comunidades de Vespas Sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em dois gradientes altitudinais na Serra da Mantiqueira

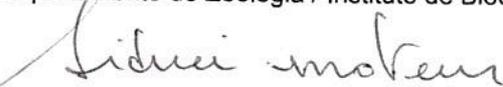
AUTORA: GABRIELA DE ALMEIDA LOCHER

ORIENTADOR: EDILBERTO GIANNOTTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDILBERTO GIANNOTTI
Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP



Prof. Dr. SIDNEI MATEUS
Departamento de Biologia / Universidade de São Paulo - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/SP



Prof. Dr. ANDRÉ RODRIGUES DE SOUZA
Departamento de Biologia - Setor de Ecologia e Evolução / USP - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto / SP



Profa. Dra. SULENE NORIKO SHIMA
Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP



Profa. Dra. GLEICIANI BÜRGER PATRÍCIO ROBERTO
Pós Doutoranda do Departamento de Ecologia / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Rio Claro, 23 de setembro de 2016

Dedico ao ainda pequeno
Henrique Locher

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao Professor Dr. Edilberto Giannotti, principal responsável pela minha formação acadêmica e por esta pesquisa, pelo carinho e dedicação desde a minha graduação! Muito obrigada, Beto!

Ao Professor Dr. Orlando Tobias Silveira, meu co-orientador, pelas inúmeras conversas, dicas, broncas, sugestões, reuniões no Skype (inclusive com análises em lupa pelo Skype!) e principalmente pela enorme colaboração no trabalho com a identificação final dos exemplares e a correção dos capítulos.

À Professora Dra. Sulene Noriko Shima, pelas revisões dos relatórios.

Aos amigos Carlos Otavio Araújo Gussoni, Danilo Barêa Delgado, Hugo Ribeiro Moleiro e Vinícius Simões de Almeida Loredam pelo excelente trabalho de campo. Foi um prazer ter vocês como ajudantes, fotógrafos e companheiros nesta grande jornada! Vocês merecem um mundo de lasanhas!

Ao SISBIO e ao Instituto Florestal pelas licenças de coleta concedidas.

Ao CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

Ao pessoal do Parque Estadual de Campos do Jordão, por uma ótima recepção e disponibilidade para me ajudar quando foi preciso!

Ao Sr. Vijayamarga Dasa por autorizar a realização de parte do trabalho na Fazenda Nova Gokula.

À Sra. Nilceia Vieira por autorizar minha entrada em sua propriedade (Pesqueiro de Trutas) e sempre me receber muito bem durante as coletas.

A Maria Aparecida Prates da Fonseca (Tia Cida!), por disponibilizar moradia em Campos do Jordão sempre que precisei e por todo apoio e amizade! Muito obrigada, Tia Cida!

A Valeria (Tia!) e Roland (Tio!) Meystre por sempre me receberem após as exaustivas coletas de braços abertos no Sítio Mãe d'água! Amo vocês! Muito obrigada por toda a amizade e colaboração ao longo não só destes quatro anos, mas de toda minha vida!

Aos muitos amigos e colegas de trabalho do Departamento de Zoologia da UNESP de Rio Claro, por sempre estarem presente.

Ao pessoal da pós-graduação da UNESP, que sempre esteve disponível para me ajudar. Rosemary Cardoso e Ivana Brandt, vocês são ótimas!

Aos amigos Agda Rocha, Adriana Franco (Dri!), Beatriz Marques (Bia!), Bruna Yamagami, Camila Cavalheiro, Eliziane Garcia (Eli!), Gleiciani Bürger Patricio (Glei!), Jaqueline Silva (Jaque!), Joy Peplinski (Joycisleine!), Olga Togni Chamilet (Olguinha!), Vanelize Janei (Van!), Alexandre Castellar (Nelore!), Carlos Gussoni (Pássaro!), Daniel Henrique de Souza (Daniboy!), Danilo Barêa Delgado (Jesus!), Hugo Ribeiro Moleiro, Luiz Fernando Bonatti (Fernandão!), Leonardo Corrêa (Pataca!), Mateus Ferreira (Cazuza!) e Thalles Ribeiro (Confirma!) por toda a força que me deram ao longo destes quatro anos. Vocês foram muito importantes nesta etapa da minha vida, obrigada!

À família Binotto Cruz, por me acolher e minha família em Rio Claro. Elsie, Shelsie, Eder e Kevin vocês são maravilhosos! Muito obrigada por todo o carinho!

Ao meu namorado, Vinícius, por sempre estar presente e me dar forças para continuar. Obrigada por tudo!

E finalmente, aos meus pais, Johannes Baptist Locher e Vera Lúcia de Almeida Locher, ao meu irmão, Bruno Locher e a toda a minha família, pelo apoio, reconhecimento e carinho. Amo todos vocês, obrigada por tudo!

“Tudo o que acontece, acontece.

Tudo o que, ao acontecer, faz com
que outra coisa aconteça,
faz com que outra coisa aconteça.

Tudo o que, ao acontecer, faz com
que ela mesma aconteça de novo,
acontece de novo.

Isso, contudo, não acontece
necessariamente em ordem
cronológica.”

(Guia do Mochileiro das Galáxias,
Douglas Adams)

RESUMO

Vespas sociais são insetos da ordem Hymenoptera de grande importância ecológica, atuando principalmente como predadores no ambiente. O bioma Mata Atlântica vem sendo recentemente bastante estudado quanto à diversidade de vespas sociais, no entanto ainda existem lacunas que devem ser preenchidas. Este trabalho teve como objetivo realizar um inventário de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) em uma área de Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira. O estudo abrangeu diferentes fitofisionomias típicas de altitude em Campos do Jordão, assim como áreas no forte da Serra, em Pindamonhangaba, de forma a proporcionar comparações entre as comunidades amostradas tanto nas diferentes fitofisionomias, como em dois gradientes de altitude (500 e 1.000 metros e 1.500 e 2.000 metros de altitude, respectivamente). Em Campos do Jordão coletou-se um total de 17 espécies de vespas sociais, sendo que nas trilhas amostradas foram coletadas 15 espécies. Em Pindamonhangaba foram amostradas 35 espécies de vespas sociais, sendo que apenas nas trilhas foram coletadas 34 espécies. A riqueza amostrada em Pindamonhangaba é a segunda maior encontrada em uma área de Mata Atlântica, e, ao se somar as espécies amostradas em Campos do Jordão e Pindamonhangaba, tanto nas coletas efetivas quanto nas coletas preliminares, obtêm-se um total de 40 espécies, sendo esta a maior riqueza descrita em um inventário de fauna de vespas sociais para este Bioma. Na comparação entre a riqueza dos inventários em regiões próximas, o realizado na Serra do Papagaio apresentou maior similaridade ao de Campos do Jordão, enquanto que o que apresentou o maior índice de similaridade de Jaccard com Pindamonhangaba foi o inventário de São Gonçalo do Sapucaí. Estes dois inventários foram realizados em cotas altitudinais muito semelhantes às aqui analisadas, abrangendo fisionomias vegetais também semelhantes. A ocorrência exclusiva de poucas espécies no gradiente mais elevado e de muitas no gradiente que abrange de 500 a 1.000 metros de altitude indicam que as condições ambientais propiciadas pela elevada altitude é um fator limitante na ocorrência de algumas espécies de vespas, principalmente para as pertencentes às tribos Mischocyttarini e Polistini, que ocorreram com elevada riqueza no gradiente de menor altitude. Conclui-se que a altitude apresenta influência na composição da comunidade de vespas sociais por gerar diferentes micro-habitat e microclimas nos gradientes, características importantes tanto para a utilização de distintos substratos para nidificação quanto para a manutenção da temperatura da colônia.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Altitude, Mischocyttarini, Polistini, Epiponini, Diversidade.

ABSTRACT

Social wasps are insects of the Hymenoptera order of great ecological importance, mainly acting as predators in the environment. The diversity of social wasps has been recently extensively studied in the Atlantic Forest biome, however gaps remain to be fulfilled. This study aimed to establish an inventory of social wasps (Vespidae, Polistinae) in an Atlantic Forest area on the Mantiqueira Mountains range (Serra da Mantiqueira). The study covered different typical altitudinal vegetation types in the municipality of Campos do Jordão, as well as areas in the fort of the Mountain range, in Pindamonhangaba, in order to provide comparisons between the communities sampled in different vegetation types and between two elevation gradients (from 500 to 1,000 meters and from 1,500 to 2,000 meters). In Campos do Jordão a total of 17 species of social wasps were assembled, and just in the sampled trails 15 species were collected. In Pindamonhangaba 35 species of social wasps were sampled, and only on the trails 34 species were collected. The sampled richness in Pindamonhangaba is the second largest found in an Atlantic Forest area, and when the species sampled in Campos do Jordao and Pindamonhangaba are added, with both effective the preliminary samplings, we obtain a total of 40 species, and this is the greatest richness described in a social wasp fauna inventory for this biome. When comparing the richness of inventories in nearby regions, the one held in the Papagaio Mountains range (Serra do Papagaio) showed a greater similarity to the Campos do Jordão sample, while the one with the highest Jaccard similarity index with Pindamonhangaba was the inventory of São Gonçalo do Sapucaí. These two surveys were conducted at quotas altitudinal closely resembling those analyzed here, as well as similar vegetation types. The occurrence of few exclusive species at the higher gradient and many in the gradient covering from 500 to 1,000 meters indicate that the environmental conditions afforded by the high altitude is a limiting factor in the occurrence of some species of wasps, especially for those belonging to Mischocyttarini and Polistini tribes, which occurred with high richness in the lower elevation gradient. We conclude that the elevation has influence on the social wasps community composition, since it generate different micro-habitats and microclimate in the gradients, important features for the use of different substrates for nesting and for the maintenance of temperature of the colony.

Keywords: Atlantic Forest, Altitude, Mischocyttarini, Polistini, Epiponini, Diversity.

SUMÁRIO

I - JUSTIFICATIVA	10
II - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
III - CAPÍTULO 1 - VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) DO PARQUE ESTADUAL DE CAMPOS DO JORDÃO.....	27
1. Resumo.....	29
2. Introdução	30
3. Objetivo.....	33
4. Material e Métodos	34
4.1. Área de coleta	34
4.2. Descrição das trilhas	36
4.3. Método de coleta.....	41
4.4. Identificação do material	41
4.5. Autorizações de coleta	42
4.6. Análises.....	42
5. Resultados e Discussões.....	44
6. Conclusão	77
7. Referências Bibliográficas.....	79
IV - CAPÍTULO 2 - VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) DE PINDAMONHANGABA.....	85
1. Resumo.....	87
2. Introdução	88
3. Objetivos	90
4. Material e Métodos	91
4.1. Áreas de coleta	91
4.2. Método de coleta.....	97
4.3. Autorizações de coleta	97
4.4. Identificação do material	98
4.5. Análises.....	98
5. Resultados e Discussões.....	101
6. Conclusão	126
7. Referência Bibliográfica	127

V - CAPÍTULO 3 - ESTUDO COMPARATIVO DA COMUNIDADE DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) EM DOIS GRADIENTES ALTITUDINAIS NA SERRA DA MANTIQUEIRA.....	135
1. Resumo.....	136
2. Introdução	137
3. Objetivos	140
4. Material e Métodos	141
4.1. Áreas de coleta	141
4.2. Descrição das trilhas	143
4.3. Método de coleta.....	146
4.4. Autorizações de coleta	147
4.5. Identificação do material	147
4.6. Análises.....	147
5. Resultados e Discussões.....	148
6. Conclusão	161
7. Referência Bibliográfica	162
VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS	167

I. JUSTIFICATIVA

Os insetos constituem o grupo dominante de animais na Terra, sendo que segundo Triplehorn e Johnson (2005) já foram descritos três vezes mais espécies do que o restante do reino animal. Este grupo apresenta importantes funções nos ecossistemas como ciclagem de nutrientes, propagação de plantas e manutenção da estrutura de comunidades de plantas e animais (GULLAN; CRANSTON, 2008), sendo que, portanto, a conservação dos insetos tem uma função primordial na manutenção da diversidade dos processos ecológicos da qual toda vida depende e a falta de detalhes sobre a biologia de muitas espécies de insetos gera certa dificuldade em avaliar a contribuição que cada uma tem em um cenário tão integrado (SAMWAYS et al., 2011).

Uma grande quantidade de insetos é também extremamente valiosa do ponto de vista econômico às sociedades humanas, atuando como polinizadores de culturas agrícolas; produtores de mel, seda e outros produtos de valor comercial; predadores de pragas agrícolas; servindo de alimento a animais úteis à população humana; sendo objeto de estudos na pesquisa científica e também sendo úteis na produção de remédios. No entanto, além da importância positiva, alguns insetos apresentam também papel prejudicial à sociedade, causando perdas na agricultura, pecuária e produtos estocados e também disseminando algumas doenças (SPRADBERY, 1973; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005).

Os insetos sociais (cupins, formigas, abelhas e vespas sociais) representam um grupo rico em espécies e compõem uma enorme fração relativa à abundância e biomassa no ecossistema terrestre, causando impactos amplos sobre outras espécies e na estrutura e funcionamento de comunidades ecológicas (WILSON, 1990). Este grupo apresenta espécies capazes de alterar o ambiente físico e a disponibilidade de recursos de outros organismos, atuando como dispersores de sementes, polinizadores, cortadores de vegetação, removedores de solo e consumidores de madeira. Podem também apresentar relações simbióticas com outros organismos, como fungos, bactérias, outros artrópodes e também com outros insetos sociais. Os biólogos evolucionistas demonstram grande interesse neste grupo devido à chance de estudar as complexas sociedades animais que apresentam altruísmo reprodutivo; assim como sociedades com comportamentos de

mutualismo, divisão de trabalho e organização de complexos sistemas. Quanto à biologia da conservação, a grande distribuição, diversidade e facilidade de coleta desses insetos no ambiente terrestre os tornam bioindicadores muito promissores (CHAPMAN; BOURKE, 2001).

Hymenoptera é uma ordem abundante que apresenta comportamentos e especializações sem paralelo no universo dos insetos (EVANS; WEST-EBERHARD, 1970). Do ponto de vista econômico esta é a ordem de insetos que provavelmente apresenta maiores benefícios, já que contém a grande maioria das espécies de parasitóides e predadores de insetos pragas e os mais importantes polinizadores (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005). A ordem Hymenoptera é composta pelos insetos conhecidos popularmente como formigas, abelhas e vespas, sendo que as vespas vêm sendo um objeto de estudo muito admirado pelos pesquisadores, principalmente na área de comportamento animal, já que é um grupo que apresenta espécies desde solitárias até eussociais, representando claramente a evolução comportamental da sociedade nos insetos (EVANS; WEST-EBERHARD, 1970; WILSON, 1990; HUNT, 2007).

O mais alto grau evolutivo do comportamento social, denominado de eussocialidade, é definido pela combinação de três fatores: cuidado cooperativo com a prole, sobreposição de gerações e divisão dos membros da colônia em reprodutivos e não reprodutivos (WILSON, 1990). A família Vespidae pertence à subordem Apocrita e é dividida em sete subfamílias: Priorvespinae, Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae, sendo a primeira já extinta e as três últimas, representantes de espécies sociais (CARPENTER, 1982; CARPENTER; RASNITSYN, 1990).

As vespas necessitam tanto de fontes de carboidratos, quanto fontes de proteínas para a manutenção da colônia. Os diferentes meios pelos quais os indivíduos conseguem os nutrientes necessários influenciam em grande escala o ecossistema em que vivem. As fontes de carboidratos são frequentemente açúcares provindos do néctar de flores, o que pode resultar em processos de polinização, no entanto este carboidrato também pode ser coletado nos exudatos de Aphidae, Psyllidae e Coccidae (Hemiptera), seivas de árvores, sucos de frutas ou até mel roubado de colônias de abelhas (SPRADBERY, 1973). A maioria das vespas apresenta língua curta e plana, que é utilizada apenas para lamber o néctar, sendo, portanto, as flores com nectários abertos, como as Umbelliferae e Euphorbiaceae,

as mais visitadas por estes insetos (EVANS; WEST-EBERHARD, 1970). No entanto, algumas espécies do gênero *Polistes* apresentam peças do aparelho bucal modificadas, com estruturas tubulares e mais longas, capazes de sugar o néctar de flores (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979). Hermes e Köhler (2006) constataram que as vespas sociais são claramente visitantes florais generalistas, sendo que, segundo Faegri e Van der Pijl (1979) e Sühs et al. (2009), algumas espécies de vespas sociais podem ser consideradas polinizadores efetivos. As proteínas obtidas para a alimentação dos imaturos são oriundas de presas coletadas, sendo estas na maioria artrópodes, mas também existindo relatos de vespas coletando em carcaças de vertebrados (SPRADBERY, 1973; GOMES et al., 2007; MORETTI et al., 2008). Essas presas podem ser coletadas no campo ou até roubadas de outros predadores e a busca por artrópodes como fonte de proteína pode ser usada em projetos de controle biológico, fator importante, no entanto ainda pouco explorado (SPRADBERY, 1973; PREZOTO et al., 2008).

Os vespídeos sociais constroem ninhos, usurpam ninhos pré-existentes ou ocupam cavidades nas quais nidificam (CARPENTER; MARQUES, 2001). Os ninhos podem ser muito pequenos, não passando de centímetros, mas também podem alcançar tamanhos avantajados, com mais de um metro de comprimento (WENZEL, 1998) e milhões de células, entre células vazias e com prole (ZUCCHI et al., 1995). A estrutura do ninho pode ser muito resistente ou bastante frágil, sendo em sua maioria construída primariamente com fibra vegetal, ocorrendo apenas algumas espécies que se utilizam de barro na construção (WENZEL, 1998). Os ninhos apresentam inúmeras formas, com diferentes arquiteturas e locais de nidificação (WENZEL, 1998), podendo ser construídos na superfície abaxial de folhas, sobre ou dentro de construções humanas, sobre ou dentro de troncos de árvores, presos a ramos vegetais ou até em cavidades no solo (HENRIQUES et al., 1992; RAW, 1998; CARPENTER; MARQUES, 2001). SOUZA et al. (2014b) avaliaram os substratos utilizados para nidificação por vespas sociais, mostrando que 29 espécies distribuídas dentre 171 colônias de vespas sociais utilizaram 78 diferentes espécies vegetais como substrato, demonstrando uma imensa diversidade de habitats que podem ser utilizados pelas vespas para a nidificação. A arquitetura dos ninhos bastante diversa dentre os vespídeos sociais é útil na caracterização taxonômica dos grupos (WENZEL, 1991), e muitas vezes, associadas às características morfológicas do indivíduo auxilia na identificação das vespas (RICHARDS, 1978).

As florestas nativas vêm sendo exploradas há anos de forma degradante, resultando em um conjunto de problemas ambientais, como extinções de espécies, mudanças climáticas locais, erosão de solos, eutrofização e assoreamento dos cursos de água (FERREIRA; DIAS, 2004). Para monitorar os efeitos das mudanças no ambiente, elaborar estratégias de conservação e levar adiante estratégias ambientais de escala local é necessário contar com informações relativas à diversidade da área. O conceito de diversidade pode ser dividido em alfa, beta e gama, ou seja, a diversidade biológica em comunidades naturais e modificadas, a taxa de câmbio da biodiversidade entre distintas comunidades e a riqueza de espécies do conjunto de comunidades que integram uma paisagem, respectivamente (MORENO, 2001). A dificuldade de gerar dados de diversidade de uma comunidade biológica como um todo faz com que as pesquisas sejam focadas muitas vezes em descrever uma diversidade em particular, podendo esta pesquisa ser focada em uma assembleia, ou seja, um grupo que no qual as espécies são taxonomicamente próximas, como por exemplo, espécies de formigas, de borboletas ou de vespas; em grupos funcionais, como removedores de solo, recicladores de minerais ou espécies dentro de um grupo funcional alimentar, como detritívoros, parasitas ou insetos herbívoros, por exemplo; em espécies associadas a habitat particulares, como espécies aéreas, cavernícolas ou de água-doce, por exemplo; em guildas, que são grupos de espécies dentro do mesmo nível trófico, como é o caso de espécies de plantas hospedeiras; em cadeias alimentares, envolvendo todas as espécies que participam da transferência de energia em uma cadeia; e em espécies com características comportamentais semelhantes, como, por exemplo, espécies que apresentam comportamento social, sendo que, dentre os estudos realizados sobre biodiversidade de insetos, o uso de assembleias é o mais comum (SAMWAYS et al., 2011).

Do ponto de vista conservacionista, a importância de uma área é tipicamente determinada pela sua diversidade, representada pela riqueza das espécies presentes e a abundância das mesmas, principalmente das consideradas chave na região (SUTHERLAND, 2000). A riqueza de espécies pode ser influenciada por fatores espaciais ou fatores temporais. Dentre os fatores espaciais, podem ser consideradas as influências da produtividade e riqueza de recursos da região, a intensidade de predação na área, a heterogeneidade espacial e as adversidades do ambiente e, dentre os fatores temporais, podem ser consideradas as variações

climáticas, distúrbios e também variações ao longo do tempo evolutivo (TOWNSEND et al., 2010). A abundância relativa de cada espécie permite identificar os grupos mais sensíveis às perturbações ambientais por sua escassa representatividade. Esse valor de importância determina a equidade ou uniformidade das espécies e, junto com os dados de riqueza de uma área, podem gerar índices e parâmetros úteis para a tomada de decisões quanto à conservação da área (MORENO, 2001; TOWNSEND et al., 2010).

O Brasil possui uma grande diversidade de vespas sociais, com aproximadamente 319 espécies, ou seja, mais de 32% das espécies de vespas sociais descritas no mundo (PREZOTO et al., 2007). Devido à importância que vem sendo atribuída a este grupo de insetos e a esta elevada diversidade de espécies, os inventários de vespas sociais no país estão aumentando em número e têm abrangido diferentes regiões, ambientes e biomas do Brasil, como campos cultiváveis e ambientes modificados pelo homem (RODRIGUES; MACHADO, 1982; MARQUES, 1989; MARQUES et al., 1993; SANTOS, 1996; PIKANÇO et al., 1997; LIMA et al., 2000; MARQUES et al., 2005; RIBEIRO-JUNIOR, 2008; SANTOS et al., 2009a; SANTOS et al., 2009b; ALVARENGA et al., 2010; AUAD et al., 2010; SANTOS; PRESLEY, 2010; SOUZA et al., 2011; TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011; JACQUES et al., 2012; LOCHER, 2012; SILVA et al., 2013; FREITAS et al., 2015; VIRGÍNIO et al., 2016), áreas de Cerrado (RICHARDS, 1978; DINIZ; KITAYAMA, 1994; MECCHI, 1996, 2005; MELO et al., 2005; SOUZA; PREZOTO, 2006; ELPINO-CAMPOS et al., 2007; SOUZA et al., 2008; SANTOS et al., 2009b; LIMA et al., 2010; HENRIQUE-SIMÕES et al., 2011; TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011; SIMÕES et al., 2012; SOUZA et al., 2014a; CLEMENTE, 2015), campos rupestres (SILVA-PEREIRA; SANTOS, 2006; CLEMENTE, 2009; PREZOTO; CLEMENTE, 2010; SOUZA et al., 2010b), Caatinga (MELO et al., 2005; SANTOS et al., 2006; SANTOS et al., 2009a; ANDENA; CARPENTER, 2014; ROCHA; SILVEIRA, 2014; MELO et al., 2015; BRUNISMANN et al., 2016), mata ciliar (MECHI, 1996; SILVEIRA et al., 2008; SOUZA et al., 2008; CLEMENTE, 2009; SOUZA et al., 2010a; HENRIQUE-SIMÕES et al., 2011; PEREIRA; ANTONIALLI-JUNIOR, 2011; LOCHER et al., 2014), diversos ambientes da Mata Atlântica (MELO et al., 2005; HERMES; KÖHLER, 2006; SANTOS et al., 2007; SOUZA et al., 2008; CLEMENTE, 2009; GOMES; NOLL, 2009; ARAB et al., 2010; CORÓ, 2010; LIMA et al., 2010; PREZOTO; CLEMENTE, 2010; TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011; SOUZA et al., 2012;

AUKO; SILVESTRE, 2013; LOCHER et al., 2014; TOGNI et al., 2014; ALBUQUERQUE et al., 2015; CLEMENTE, 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b; ARAGÃO; ANDENA, 2016; VIRGÍNIO et al., 2016) e da Floresta Amazônica (RAW, 1998; SILVEIRA, 2002; SILVEIRA et al., 2005; MORATO et al., 2008; SILVEIRA et al., 2008; SILVA; SILVEIRA, 2009; SOMAVILLA et al., 2015; GOMES et al., 2016).

No Estado de São Paulo os estudos de diversidade de vespas sociais vêm se concentrando mais na região Noroeste, com estudos em Paulo de Faria, Pindorama e Neves Paulista (GOMES; NOLL, 2009), Planalto, União Paulista, Nova Granada, Barretos, Vicentinópolis, Macaubal, Palestina e Pindorama (CORÓ, 2010), Patrocínio Paulista (LIMA et al., 2010), Magda, Bebedouro, Matão e Barretos (TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011) e no Centro-Leste, com estudos em Rio Claro (RODRIGUES; MACHADO, 1982; CLEMENTE, 2015), Luíz Antônio e Corumbataí (MECHI, 1996), Santa Rita do Passa Quatro (MECHI, 2005) e Ipeúna (LOCHER et al., 2014; CLEMENTE, 2015), Itirapina (CLEMENTE, 2015) e Iracemápolis (CLEMENTE, 2015). Já no Leste do Estado o único estudo de diversidade da fauna foi realizado no Litoral Norte, em Ubatuba, nas mediações da Serra do Mar, abrangendo uma área de Mata Atlântica ainda preservada (TOGNI et al., 2014).

Em regiões pertencentes ao bioma Mata Atlântica a falta de estudos é evidente, existindo um maior número de inventários realizados no Estado de Minas Gerais, sendo que estes foram realizados em áreas com predomínio de floresta estacional semi-decidual em Ouro Fino e Camanducaia (ALBUQUERQUE et al., 2015), em São Gonçalo do Sapucaí e na Serra do Brigadeiro (SOUZA et al., 2015a), no Parque Estadual do Rio Doce onde fica o maior remanescente de Mata Atlântica do Estado (SOUZA et al., 2012), em Barroso, onde ocorre uma transição entre Mata Atlântica e Cerrado, composta por floresta estacional semidecidual, floresta ripária e Cerrado (SOUZA et al., 2008), em áreas com paisagem composta por floresta estacional semidecidual e ombrófila densa na Serra do Ibitipoca (PREZOTO; CLEMENTE, 2010) e na Serra do Papagaio com a fitofisionomia composta por floresta ombrófila mista (mata de araucária) e campos de altitude (SOUZA et al., 2015b).

A Mata Atlântica, considerada um dos 25 *hotspots* do mundo, por apresentar alto grau de endemismo e elevada perda de área, apresenta apenas 7,5% de sua extensão original e o que resta da floresta ainda encontra-se sob intensa pressão

antrópica, já que apenas 35,9% da área restante de mata está caracterizada como área de proteção ambiental (MYERS et al., 2000). Este bioma é composto por diferentes fisionomias que podem ser encaixadas dentre florestas ombrófila aberta, mista (também denominada de mata de araucárias) e densa, florestas estacional semidecidual e decidual, savana (cerrado), savana estépica (caatinga), estepe, áreas das formações pioneiras (mangues, restingas e áreas aluviais), refúgios vegetacionais, assim como as áreas de tensão ecológica (Lei N° 11.428, de 22 de dezembro de 2006). Com a destruição em massa sofrida por este bioma e a grande quantidade de espécies endêmicas existentes, um grande número de espécies provavelmente foi extinta antes mesmo de serem descobertas (MORELLATO; HADDAD, 2000) e, dessa forma, o estudo de diversidade de fauna torna-se de elevada importância em áreas deste bioma.

A Serra da Mantiqueira, que constitui um dos mais importantes conjuntos orográficos brasileiros, faz parte em sua íntegra do Bioma Mata Atlântica e é reconhecida como patrimônio nacional pela Constituição Brasileira de 1988 e como uma das Reservas da Biosfera pela UNESCO. A influência da altitude na temperatura e na pluviosidade nesta região determina uma marcante individualidade climática, modificando nas áreas mais elevadas a típica tropicalidade própria de sua posição geográfica para um clima tropical de altitude. A Serra da Mantiqueira é uma área de domínio das regiões florísticas da araucária, da floresta atlântica e dos campos do Brasil Meridional (SÃO PAULO, 2006), que correspondem aos complexos sistemas de floresta ombrófila densa e floresta ombrófila mista (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

As mudanças gerais que ocorrem com a elevação altitudinal são expressas no tipo de vegetação, nos recursos geomórficos e hidrológicos e incluem alterações na temperatura, precipitação, pressão atmosférica do ar, turbulências atmosféricas, velocidade do vento e radiação (BARRY, 1992). Apesar de todas essas alterações ambientais que podem ocorrer em uma pequena distância horizontal, devido à elevação da altitude, muitas espécies de insetos podem se distribuir ao longo destes diferentes gradientes altitudinais. A diferença de altitude pode influenciar, no entanto, diretamente em algumas dessas espécies, gerando polimorfismos, diferenças no tamanho, cor e diferenças fisiológicas, ou indiretamente, causando efeito nas populações de plantas hospedeiras, espécies competidoras ou parasitóides e predadores. A composição de espécies das comunidades de insetos pode também

sofrer alterações com a mudança de altitude, no entanto os mecanismos que determinam a variação altitudinal na riqueza de espécies ainda são pouco entendidos (HODKINSON, 2005).

No Brasil foram realizados apenas dois inventários de fauna de vespa sociais focados na diferença das comunidades em gradientes altitudinais (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015b), sendo que o trabalho pioneiro sobre vespas sociais em diferentes altitudes foi realizado na Costa Rica, onde os autores compararam a riqueza e a abundância das vespas sociais em seis diferentes cotas altitudinais, desde 50 metros até uma altitude máxima de 2.000 metros (KUMAR et al., 2009). Esta falta de estudos quanto à variação na composição da fauna destes insetos sociais ao longo de gradientes de altitude indicam uma necessidade da realização de trabalhos em diferentes áreas para uma melhor compreensão da influência que a altitude pode gerar na ocorrência dos mesmos.

II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C. H. B.; SOUZA, M. M.; CLEMENTE, M. A. Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 131-138. 2015.
- ALVARENGA, R. D.; DE CASTRO, M. M.; SANTOS-PREZOTO, H. H.; PREZOTO, F. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in urban gardens in Southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 445-452. 2010.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro. In: BRAVO, F.; CALOR, A. (Ed.). **Artrópodes do Semiárido: biodiversidade e conservação**. Feira de Santana: Printmídia, 2014. p.298.
- ARAB, A.; CABRINI, I.; ANDRADE, C. F. S. D. Diversity of Polistinae wasps (Hymenoptera, Vespidae) in fragments of Atlantic Rain Forest with different levels of regeneration in southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 515-525. 2010.
- ARAGÃO, M.; ANDENA, S. R. The social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) of a fragment of Atlantic Forest in southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 50, n. 23-24, p. 1-16. 2016.
- AUAD, A. M.; CARVALHO, C. A.; CLEMENTE, M. A.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera) in a silvipastoral system. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 627-636. 2010.
- AUKO, T. H.; SILVESTRE, R. Composição faunística de vespas (Hymenoptera: Vespoidea) na Floresta Estacional do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 292-299. 2013.
- BARRY, R. G. Mountain Climatology and Past and Potential Future Climatic Changes in Mountain Regions: A Review. **Mountain Research and Development**, v. 12, n. 1, p. 71-86. 1992.
- BRUNISMANN, A. G.; SOUZA, M. M. D.; PIRES, E. P.; COELHO, E. L.; MILANI, L. R. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Deciduous Seasonal Forest in Southeastern Brazil. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 4, n. 4, p. 447-452. 2016.
- CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, v. 7, n. 1, p. 11-38. 1982.
- CARPENTER, J. M.; RASNITSYN, A. P. Mesozoic Vespidae. **Psyche**, v. 97, n. 1-2, p. 1-20. 1990.

- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespidae)**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, 2001. 147p.
- CHAPMAN, R. E.; BOURKE, A. F. G. The influence of sociality on the conservation biology of social insects. **Ecology Letters**, v. 4, n. 6, p. 650-662. 2001.
- CLEMENTE, M. A. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) do Parque Estadual do Ibitipoca-MG: estrutura, composição e visitação floral**. 2009. 79 p. (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.
- CLEMENTE, M. A. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes fitofisionomias do CentroLeste do Estado de São Paulo**. 2015. p. (Tese de Doutorado). Zoology, UNESP, Rio Claro, SP, 2015.
- CORÓ, S. L. **Influência do tamanho do fragmento na diversidade de Hymenoptera Sociais (Apidae; Apinae: Apini, Vespidae; Polistinae, Formicidae) em fragmentos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar**. 2010. 146 p. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, Ribeirão Preto, 2010.
- DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 3, p. 133-143. 1994.
- ELPINO-CAMPOS, Á.; DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 685-692. 2007.
- EVANS, H. E.; WEST-EBERHARD, M. J. **The wasps**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1970. 265pp.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3 ed. New York: Pergamon Press 1979. 244pp.
- FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617-623. 2004.
- FREITAS, J. L.; PIRES, E. P.; OLIVEIRA, T. T. C.; SANTOS, N. L.; SOUZA, M. M. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) no Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, p. 67-77. 2015.
- GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 428-431. 2009.

- GOMES, B.; SILVA, C. L. A. D.; SILVA, M. D.; NOLL, F. B. Survey and new distributional records of nocturnal social wasps *Apoica* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) along Madeira River, Rondônia, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 1, p. 59-61. 2016.
- GOMES, L.; GOMES, G.; OLIVEIRA, H. G.; MORLIN, J. J.; DESUO, I. C.; QUEIROZ, M. M. C.; GIANNOTTI, E.; VON ZUBEN, C. J. Occurrence of Hymenoptera on *Sus scrofa* carcasses during summer and winter seasons in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 394-396. 2007.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3ed. São Paulo: Roca Ltda, 2008. 440pp.
- HENRIQUE-SIMÕES, M.; CUOZZO, M. D.; FRIEIRO-COSTA, F. A. Social wasps of Unilavras/Boqueirão Biological Reserve, Ingaí, state of Minas Gerais, Brazil. **Check List - Journal of species list and distribution**, v. 7, n. 5, p. 656-667. 2011.
- HENRIQUES, R. P. B.; ROCHA, I. R. D.; KITAYAMA, K. Nest density of some social wasp species in cerrado vegetation of central Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Entomologia Generalis**, v. 17, n. 4, p. 265-268. 1992.
- HERMES, M. G.; KÖHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 268-274. 2006.
- HODKINSON, I. D. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. **Biological Reviews**, v. 80, n. 3, p. 489-513. 2005.
- HUNT, J. H. **The evolution of social wasps**. Oxford University Press, 2007. 259p.
- INSTITUTO FLORESTAL. Inventário Florestal da Cobertura Vegetal Nativa do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/noticias/MAPA.pdf>
- JACQUES, G. C.; CASTRO, A. A.; SOUZA, G. K.; SILVA-FILHO, R.; SOUZA, M. M.; ZANUNCIO, J. C. Diversity of Social Wasps in the Campus of the “Universidade Federal de Viçosa” in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, v. 59, n. 3, p. 1053-1063. 2012.
- KUMAR, A.; LONGINO, J. T.; COLWELL, R. K.; O'DONNELL, S. Elevational patterns of diversity and abundance of eusocial paper wasps (Vespidae) in Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 3, p. 338-346. 2009.
- LIMA, A. C. O.; CASTILHO-NOLL, M. S. M.; GOMES, B.; NOLL, F. B. Social wasp diversity (Vespidae, Polistinae) in a forest fragment in the northeast of São Paulo state sampled with different methodologies. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 613-623. 2010.

- LIMA, M. A. P.; LIMA, J. R.; PREZOTO, F. Levantamento dos gêneros, flutuação das colônias e hábitos de nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, n. 1, p. 69-80. 2000.
- LOCHER, G. A. **Estudo comparativo da diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em mata ciliar e cultura de cana-de-açúcar na região de Ipeúna, SP.** 2012. 73 p. (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012.
- LOCHER, G. A.; TOGNI, O. C.; SILVEIRA, O. T.; GIANNOTTI, E. The Social Wasp Fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 225-233. 2014.
- MARQUES, O. M. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em Cruz das Almas - Bahia: Identificação taxonômica, hábitos alimentares e de nidificação.** 1989. 62 p. (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1989.
- MARQUES, O. M.; CARVALHO, C. A. L.; COSTA, J. M. Levantamento das espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no município de Cruz das Almas - Estado da Bahia. **Insecta**, v. 2, n. 1, p. 1-9. 1993.
- MARQUES, O. M.; SANTOS, P. A.; VINHAS, A. F.; SOUZA, A. L. V.; CARVALHO, C. A. L.; MEIRA, J. L. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) visitors of nectaries of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. in the region of Recôncavo of Bahia. **Magistra**, v. 17, n. 2, p. 64-68. 2005.
- MECHI, M. R. **Levantamento da fauna de vespas aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado.** 1996. 237p p. (Doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.
- MECHI, M. R. Comunidade de vespas Aculeata (Hymenoptera) e suas fontes florais. In: PIVELLO, V. R.;VARANDA, E. M. (Ed.). **O cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassununga.** São Paulo: SMA, 2005. cap. 19, p.256-266.
- MELO, A. C.; SANTOS, G. M. M.; CRUZ, J. D.; MARQUES, O. M. Vespas Sociais (Vespidae). In: JUNCÁ, F. A.;FUNCH, L.;ROCHA, W. (Ed.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. cap. 11, p.244-257.
- MELO, A. C.; BARBOSA, B. C.; CASTRO, M. M. D.; SANTOS, G. M. D. M.; PREZOTO, F. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) and new distribution record of *Polybia ruficepsin* an area of Caatinga Biome, northeastern Brazil. **Check List**, v. 11, n. 1. 2015.

- MORATO, E. F.; AMARANTE, S. T.; SILVEIRA, O. T. 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. 2008.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792. 2000.
- MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: ORCYT/UNESCO & SEA, 2001. 84p.
- MORETTI, T. C.; THYSSEN, P. J.; GODOY, W. A. C.; SOLIS, D. R. Necrophagy by the social wasp *Agelaia pallipes* (Hymenoptera : Vespidae, Epiponini): Possible forensic implications. **Sociobiology**, v. 51, n. 2, p. 393-398. 2008.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858. 2000.
- PEREIRA, M. G. C.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Social wasps in riparian forest in Batayporã, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Sociobiology**, v. 57, n. 1, p. 153-163. 2011.
- PICANÇO, M.; CASALI, V. W. D.; OLIVEIRA, I. R.; LEITE, G. L. D. Himenópteros associados a *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 821-829. 1997.
- PREZOTO, F.; CLEMENTE, M. A. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota, Belo Horizonte**, v. 3, n. 4, p. 22-32. 2010.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; CORTES, S. A. O.; ELISEI, T. Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. In: PINTO, A. D. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. (Ed.). **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba: Editora CP2, 2007. p.123-126.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; GUIMARÃES, D. L.; ELISEI, T. Vespas sociais e o controle biológico de pragas: atividade forrageadora e manejo das colônias. In: VILELA, E. F.; SANTOS, I. A. D.; SCHOEREDER, J. H.; SERRÃO, J. E.; CAMPOS, L. A. D. O.; LINO-NETO, J. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora UFV, 2008. cap. 26, p.413-427.
- RAW, A. Population densities and biomass of neotropical social wasps (Hymenoptera, Vespidae) related to colony size, hunting range and wasps size. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 815-822. 1998.
- RIBEIRO-JUNIOR, C. **Levantamento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em uma eucaliptocultura**. 2008. 65 p. (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- RICHARDS, O. W. **The social wasps of the Americas excluding the Vespinae**. London: British Museum (Natural History), 1978. 580p.

- ROCHA, A. A.; SILVEIRA, O. T. Current Knowledge of the Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in the State of Piauí, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 2, p. 167-170. 2014.
- RODRIGUES, V. M.; MACHADO, V. L. L. Vespídeos sociais: espécies do Horto Florestal "Navarro de Andrade" de Rio Claro, SP. **Naturalia**, v. 7, p. 173-175. 1982.
- SAMWAYS, M. J.; MCGEOCH, M. A.; NEW, T. R. **Insect Conservation: A Handbook of Approaches and Methods**. New York: Oxford University Press Inc., 2011. 440p.
- SANTOS, B. B. Ocorrência de vespídeos sociais (Hymenoptera, Vespidae) em pomar em Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista do Setor Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1, p. 43-46. 1996.
- SANTOS, G. M. M.; PRESLEY, S. J. Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a brazilian cashew orchard. **Sociobiology**, v. 56, n. 1, p. 121-131. 2010.
- SANTOS, G. M. M.; AGUIAR, C. M. L.; GOBBI, N. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera: Vespidae) visiting flowers in the caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, p. 1-12. 2006.
- SANTOS, G. M. M.; BISPO, P. C.; AGUIAR, C. M. L. Fluctuations in richness and abundance of social wasps during the dry and wet seasons in three phyto-physiognomies at the tropical dry forest of Brazil. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 6, p. 1613-1617. 2009a.
- SANTOS, G. M. M.; CRUZ, J. D.; MARQUES, O. M.; GOBBI, N. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 317-320. 2009b.
- SANTOS, G. M. M.; BICHARA FILHO, C. C.; RESENDE, J. J.; CRUZ, J. D.; MARQUES, O. M. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 180-185. 2007.
- SÃO PAULO, S. M. A. **Mantiqueira: o castelo das águas** São Paulo: Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental, 2006. 72p.
- SILVA-PEREIRA, V.; SANTOS, G. M. M. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in "Campos Rupestres", Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 165-174. 2006.

- SILVA, N. J. D. J.; MORAIS, T. A. D.; SANTOS-PREZOTO, H. H.; PREZOTO, F. Inventário rápido de vespas sociais em três ambientes com diferentes vegetações. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 2, p. 146-149. 2013.
- SILVA, S. S.; SILVEIRA, O. T. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 99, n. 3, p. 317-323. 2009.
- SILVEIRA, O. T. 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**, v. 42, p. 299-323. 2002.
- SILVEIRA, O. T.; COSTA NETO, S. V.; SILVEIRA, O. F. M. Social wasps of two wetland ecosystems in brazilian Amazonia (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 333-344. 2008.
- SILVEIRA, O. T.; ESPOSITO, M. C.; DOS SANTOS, J. N.; GEMAQUE, F. E. Social wasps and bees captured in carrion traps in a rainforest in Brazil. **Entomological Science**, v. 8, n. 1, p. 33-39. 2005.
- SIMÕES, M. H.; CUOZZO, M. D.; FRIEIRO-COSTA, F. A. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Cerrado biome of the southern of the state of Minas Gerais, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 3, p. 292-297. 2012.
- SOMAVILLA, A.; ANDENA, S. R.; OLIVEIRA, M. L. D. Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) of the Jaú National Park, Amazonas, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 1, p. 45-50. 2015.
- SOUZA, A. R.; VENÂNCIO, D. F. A.; ZANUNCIO, J. C.; PREZOTO, F. Sampling methods for assessing social wasps species diversity in a eucalyptus plantation. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 3, p. 1120-1123. 2011.
- SOUZA, M. M.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous forest and cerrado (savanna) regions in Brazil. **Sociobiology**, v. 47, n. 1, p. 135-147. 2006.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; PREZOTO, F. Seasonal richness and composition of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in areas of Cerrado biome in Barroso, Minas Gerais, Brazil. **Biosci. J.**, v. 30, n. 2, p. 539-545. 2014a.
- SOUZA, M. M.; SILVA, M. J.; SILVA, M. A.; ASSIS, N. R. G. A capital dos marimbondos - vespas sociais Hymenoptera, Vespidae do município de Barroso, Minas Gerais. **MG Biota**, v. 1, n. 3, p. 24-38. 2008.
- SOUZA, M. M.; LOUZADA, J.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in southeast Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 387-396. 2010a.

- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; ELPINO-CAMPOS, A.; LOUZADA, J. N. C. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of rio das Mortes in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 36, n. 2, p. 189-196. 2014b.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; SILVA-FILHO, R.; LADEIRA, T. E. Community of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Semideciduous Seasonal Montane Forest. **Sociobiology**, v. 62, n. 4, p. 598-603. 2015a.
- SOUZA, M. M.; SILVA, H. N. M.; DALLO, J. B.; MARTINS, L. F.; MILANI, L. R.; CLEMENTE, M. A. Biodiversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) at altitudes above 1600 meters in the Parque Estadual da Serra do Papagaio, State of Minas Gerais, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 3, p. 174-179. 2015b.
- SOUZA, M. M. D.; LADEIRA, T. E.; ASSIS, N. R. G.; CAMPOS, A. E.; CARVALHO, P.; LOUZADA, J. N. C. Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campo Rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. **MG Biota**, v. 3, n. 2, p. 15-32. 2010b.
- SOUZA, M. M. D.; PIRES, E. P.; FERREIRA, M.; LADEIRA, T. E.; PEREIRA, M.; ELPINO-CAMPOS, Á.; ZANUNCIO, J. C. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota**, v. 5, n. 1, p. 4-20. 2012.
- SPRADBERY, J. P. **Wasps: An account of the biology and natural history of solitary and social wasps**. Seattle: University of Washington Press, 1973. 408p.
- SÜHS, R. B.; SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A.; PUTZKE, J. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schnus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 2, p. 138-143. 2009.
- SUTHERLAND, W. J. **The conservation handbook: research, management and policy**. Oxford: Blackwell Science, 2000. 278pp.
- TANAKA JUNIOR, G. M.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps on Semideciduous Seasonal Forest fragments with different surrounding matrix in Brazil. **Psyche**, v. 2011. 2011.
- TOGNI, O. C.; LOCHER, G. A.; GIANNOTTI, E.; SILVEIRA, O. T. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) in an Area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10-17. 2014.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576pp.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7ed. Cole: Thomson Books, 2005. 864pp.

- VIRGÍNIO, F.; MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C. Novas contribuições para o conhecimento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) para Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Entomotropica**, v. 31, n. 26, p. 221-226. 2016.
- WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Ed.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, 1991. p.480-519.
- WENZEL, J. W. A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). **American Museum Novitates**, v. 3224, p. 1-39. 1998.
- WILSON, E. O. **Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects**. Oldendorf/Luhe: Ecology Intitute, 1990. 104pp.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F.; NOLL, F. B.; MECCHI, M. R.; MATEUS, S.; BAIIO, M. V.; SHIMA, S. N. *Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, p. 129-137. 1995.

III. CAPÍTULO 1

**Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae)
do Parque Estadual de Campos do Jordão**

Sumário

1.	Resumo	29
2.	Introdução.....	30
3.	Objetivo	33
4.	Material e Métodos	34
4.1.	Área de coleta	34
4.2.	Descrição das trilhas.....	36
4.3.	Método de coleta.....	41
4.4.	Identificação do material	41
4.5.	Autorizações de coleta	42
4.6.	Análises.....	42
5.	Resultados e Discussões	44
6.	Conclusão.....	77
7.	Referências Bibliográficas	79

1. Resumo

Vespas sociais são insetos da ordem Hymenoptera de grande importância ecológica, atuando principalmente como predadores no ambiente. Este trabalho teve como objetivo realizar um inventário de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) em uma área de Mata Atlântica, Bioma que está na lista dos 25 *hotspots* do mundo, no Parque Estadual de Campos do Jordão. O estudo abrangeu diferentes fitofisionomias típicas da região da Serra da Mantiqueira, de forma a proporcionar comparações entre as comunidades amostradas nestas fitofisionomias e também entre a riqueza total obtida em trabalhos realizados em regiões próximas ao município de Campos do Jordão. Coletou-se um total de 17 espécies de vespas sociais no Parque, sendo que nas cinco trilhas amostradas foram coletadas 15 espécies. O inventário que apresentou riqueza mais similar à riqueza de Campos do Jordão foi realizado na Serra do Papagaio, que apresenta muita semelhança quanto às características ambientais da Serra da Mantiqueira. Dentre as trilhas, a que apresentou maior índice de diversidade foi a trilha com mais de um tipo de fitofisionomia, incluindo áreas de campos naturais e matas de *Araucaria*, o que indica que o conjunto formado pelas comunidades de cada ambiente gera uma comunidade de vespas sociais mais diversa.

Palavras-chave: altitude, diversidade, Epiponini, Mata Atlântica, Mischocyttarini, Polistini, Serra da Mantiqueira.

2. Introdução

A eussocialidade é o mais alto grau evolutivo do comportamento social e é definida pela combinação de cuidado cooperativo com a prole, sobreposição de gerações e divisão dos membros da colônia em reprodutivos e não reprodutivos. Entre os himenópteros, a eussocialidade ocorre nas formigas, abelhas e vespas (WILSON, 1990). As vespas pertencem à família Vespidae, subordem Apocrita, apresentando gêneros e espécies com diversos níveis de organização social, incluindo desde insetos de vida solitária, passando por vários tipos de organizações pré-social, tipos de comportamentos sociais simples e até mais de uma forma de sociedades complexas, sendo que nenhum outro táxon apresenta a mesma riqueza de comportamentos desse tipo (HUNT, 2007). A família Vespidae, é dividida em sete subfamílias: Priorvespinae, Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae, sendo a primeira uma subfamília já extinta e as três últimas, representantes de espécies sociais (CARPENTER, 1982; CARPENTER; RASNITSYN, 1990).

As vespas apresentam ciclo de vida marcado por metamorfose completa, ou seja, são holometábolos, passando por estágios de desenvolvimento com necessidades nutricionais variadas (WILSON, 1990), que incluem tanto de fontes de carboidratos, como proteínas. Os diferentes meios pelos quais os indivíduos conseguem os nutrientes necessários influenciam em grande escala o ecossistema em que vivem. As fontes de carboidratos são frequentemente açúcares provindos do néctar de flores, sendo que as vespas podem ocasionalmente atuar como potenciais polinizadores (SÜHS et al., 2009). Além das flores, esses açúcares podem ser coletados também nos exudatos de Aphyidae, Psyllidae e Coccidae (Hemiptera), seivas de árvores, sucos de frutas ou até mel roubado de colônias de abelhas (SPRADBERY, 1973). As proteínas obtidas para a alimentação dos imaturos são oriundas de presas coletadas, sendo estas na maioria artrópodes, mas também existindo relatos de vespas coletando em carcaças de vertebrados (SPRADBERY, 1973; GOMES et al., 2007; MORETTI et al., 2008). Essas presas podem ser coletadas no campo ou até roubadas de outros predadores e a busca por artrópodes como fonte de proteína pode ser usada em projetos de controle biológico, fator importante, no entanto ainda pouco explorado (SPRADBERY, 1973; PREZOTO et al., 2008).

Os vespídeos sociais constroem ninhos, usurpam ninhos pré-existentes ou ocupam cavidades nas quais nidificam (CARPENTER; MARQUES, 2001). Os ninhos podem ser muito pequenos, não passando de centímetros, mas também podem alcançar tamanhos avantajados, com mais de um metro de comprimento (WENZEL, 1998) e milhões de células, entre células vazias e com prole (ZUCCHI et al., 1995). A estrutura do ninho pode ser muito resistente ou bastante frágil, sendo em sua maioria construída primariamente com fibra vegetal, ocorrendo apenas algumas espécies que se utilizam de barro na construção. Os ninhos apresentam inúmeras formas, com diferentes arquiteturas e locais de nidificação (WENZEL, 1998), podendo ser construídos na superfície de folhas, sobre ou dentro de construções humanas, sobre ou dentro de troncos de árvores, presos a ramos vegetais ou até em cavidades no solo (HENRIQUES et al., 1992; RAW, 1998; CARPENTER; MARQUES, 2001). Essa arquitetura dos ninhos bastante diversa entre os vespídeos sociais é útil na caracterização taxonômica dos grupos (WENZEL, 1991), e muitas vezes, associadas às características morfológicas do indivíduo auxilia na identificação das vespas (RICHARDS, 1978).

O Brasil possui uma ampla diversidade de vespas sociais, todas pertencentes à subfamília Polistinae, chegando a 319 espécies, ou seja, 32,75% das espécies de vespas sociais descritas no mundo (PREZOTO et al., 2007). Devido a esta elevada diversidade e à importância que vem sendo atribuída a este grupo de insetos, os trabalhos relacionados com a diversidade de vespas no país estão aumentando em número e têm abrangido diferentes regiões, ambientes e biomas do Brasil.

O bioma Mata Atlântica, considerado um dos 25 *hotspots* do mundo, estando inclusive entre os oito *hotspots* mais ameaçados, apresenta alto grau de endemismo e elevada perda de área (MYERS et al., 2000), contando atualmente apenas com 11,7% de sua extensão original, sendo que o remanescente deste bioma encontra-se sob intensa pressão antrópica e muito fragmentado (RIBEIRO et al., 2009). Com a destruição em massa sofrida por este bioma e a grande quantidade de espécies endêmicas existentes, um elevado número de espécies provavelmente foi extinto antes mesmo de ser descoberto (MORELLATO; HADDAD, 2000) e, dessa forma, o estudo de diversidade de fauna torna-se de extrema importância em áreas deste bioma. A Mata Atlântica é composta por diferentes fisionomias que incluem florestas ombrófila aberta, mista (também denominada de mata de araucárias) e densa, florestas estacional semidecidual e decidual, savana (cerrado), savana estépica

(caatinga), estepe, áreas das formações pioneiras (mangues, restingas e áreas aluviais), refúgios vegetacionais, assim como as áreas de tensão ecológica (Lei N° 11.428, de 22 de dezembro de 2006).

Apesar de o número de inventários de comunidades de Polistinae ter crescido bastante nos últimos anos, ainda existem muitas regiões do Brasil e diferentes formações florestais com falta de dados sobre a diversidade deste grupo de insetos. No Sudeste do país, em regiões pertencentes ao bioma Mata Atlântica essa falta de estudos é evidente, existindo um maior número de inventários realizados no Estado de Minas Gerais, sendo que estes foram realizados em áreas com predomínio de floresta estacional semi-decidual em Ouro Fino e Camandacaia (ALBUQUERQUE et al., 2015), em São Gonçalo do Sapucaí e na Serra do Brigadeiro (SOUZA et al., 2015a), no Parque Estadual do Rio Doce onde fica o maior remanescente de Mata Atlântica do Estado (SOUZA et al., 2012), em Barroso, onde ocorre uma transição entre Mata Atlântica e Cerrado, composta por floresta estacional semidecidual, floresta ripária e Cerrado (SOUZA et al., 2008), em áreas com paisagem composta por Floresta estacional semidecidual e ombrófila densa na Serra do Ibitipoca (PREZOTO; CLEMENTE, 2010) e na Serra do Papagaio com a fitofisionomia composta por floresta ombrófila mista (mata de araucária) e campos de altitude (SOUZA et al., 2015b). Já no Estado de São Paulo, os inventários realizados em fragmentos do Bioma Mata Atlântica ocorrem em menor número, se concentrando na região noroeste em áreas de transição entre Mata Atlântica e Cerrado nos municípios de Patrocínio Paulista (LIMA et al., 2010), Paulo de Faria, Pindorama, Neves Paulista (GOMES; NOLL, 2009), Magda, Bebedouro, Matão e Barretos (TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011). Na região leste do Estado, no entanto, existem apenas dois inventários de vespas sociais, um no sudeste em Ribeirão Grande (ARAB et al., 2010) e outro no litoral paulista, que foi realizado em fragmento composto por floresta ombrófila densa em Ubatuba, na base da Serra do Mar (TOGNI et al., 2014).

3. Objetivo

O objetivo deste estudo foi gerar uma lista de espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) para o Parque Estadual de Campos do Jordão, localizado no município de Campos do Jordão, Estado de São Paulo. Com o intuito de amplificar a abrangência das coletas, trilhas em diferentes fitofisionomias e altitudes foram escolhidas, de forma que o objetivo secundário deste trabalho foi comparar a comunidade de vespas sociais de diferentes fitofisionomias dentro do parque e relacionar a ocorrência das espécies nestas áreas, sugerindo preferência de hábitat de acordo com os tipos de ninhos e comportamentos das vespas em questão.

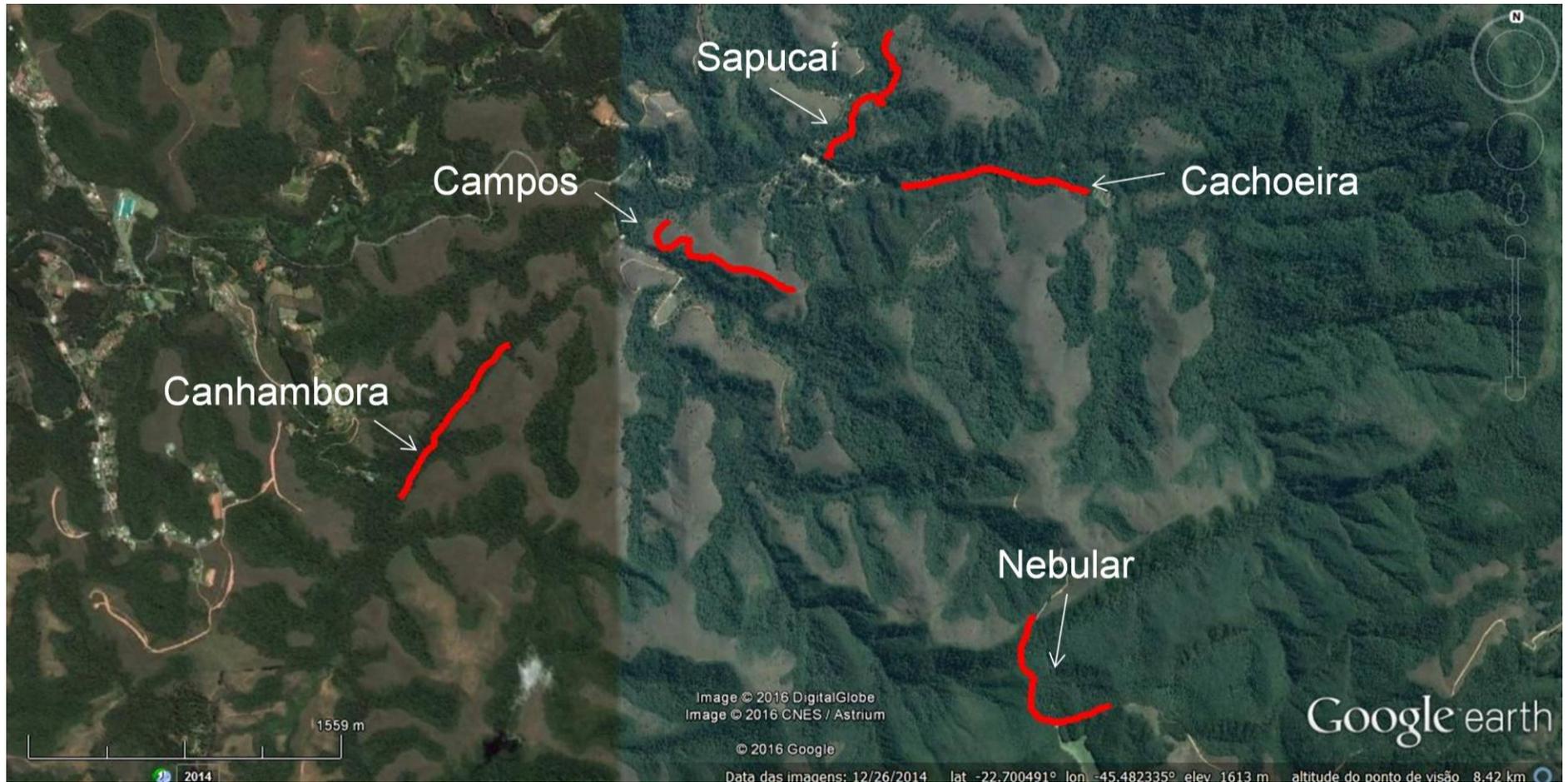
4. Material e Métodos

4.1. Área de coleta

O Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) se localiza na região norte do município de Campos do Jordão, a nordeste do Estado de São Paulo (22°40'17"S e 45°27'33"O) e abrange uma área de 8.200 ha. O ponto mais alto do Parque está a 2.007 metros de altitude e o mais baixo a 1.030 metros. Sendo que, a maior parte da área que compõe o Parque se restringe a altitudes entre 1.400 e 1.900 metros. A vegetação encontrada na região é bastante diversa, incluindo as matas de *Araucaria* e *Podocarpus*, latifoliada com araucária, alta latifoliada, baixa latifoliada, campos, samambaias e vegetações aquáticas e de brejos (SEIBERT et al., 1975), correspondendo aos complexos sistemas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista (INSTITUTO FLORESTAL, 2009) que fazem parte do Bioma Mata Atlântica (Lei N° 11.428, de 22 de dezembro de 2006). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é Cfb, ou seja clima subtropical de altitude, mesotérmico e úmido, sem estiagem, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C , no entanto sabe-se que as temperaturas podem variar entre as diferentes altitudes encontradas no Parque, gerando condições especiais para formações de microclimas (SEIBERT et al., 1975).

Foram demarcadas, com auxílio de um GPS (Global Position System), cinco trilhas de um quilometro de extensão para a coleta de vespas sociais (Figura 1).

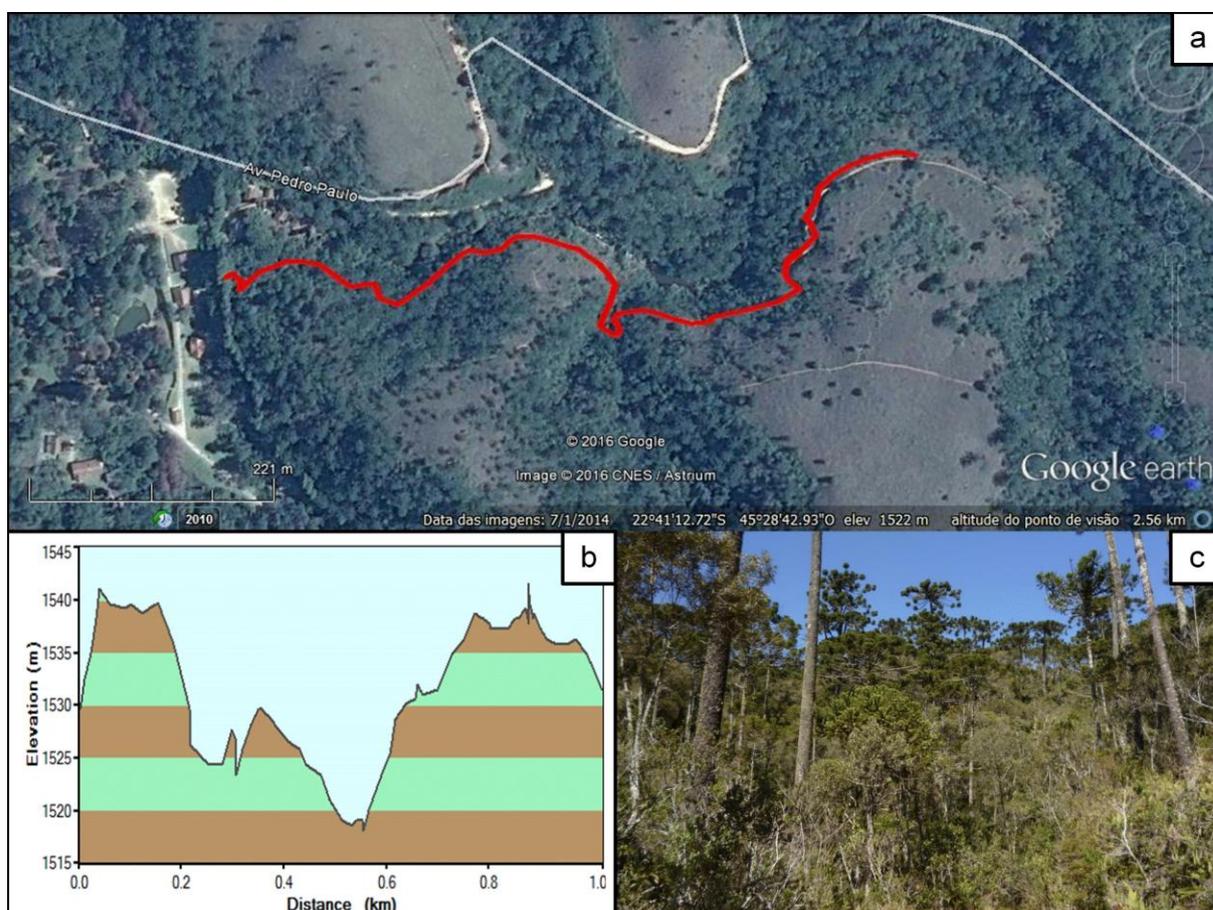
Figura 1 - Imagem de satélite obtidas com o programa GoogleEarth do Parque Estadual de Campos do Jordão, Município de Campos do Jordão, Estado de São Paulo, com as trilhas escolhidas para a realização das coletas de vespas sociais delimitadas com os traços vermelhos.



4.2. Descrição das trilhas

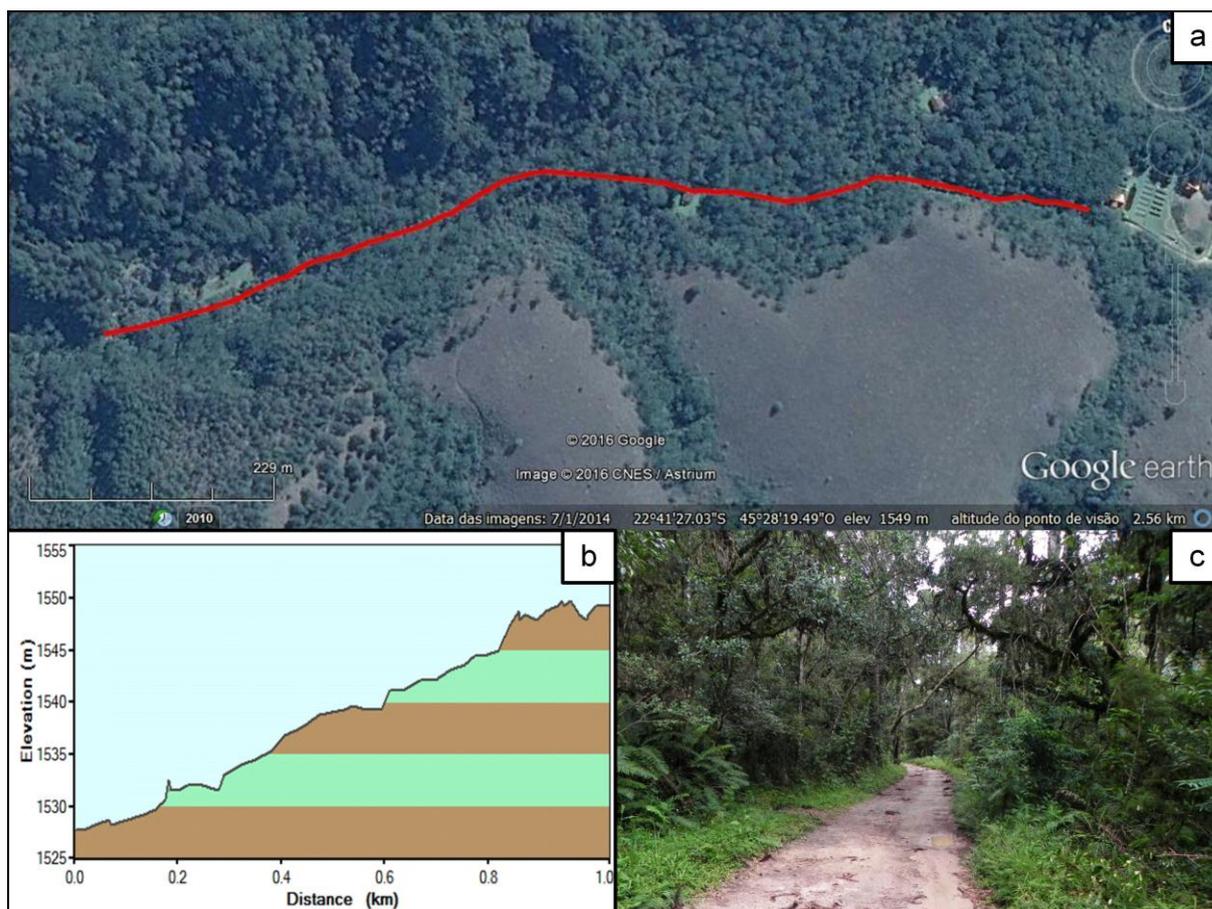
A Trilha Sapucaí (Figura 2) se localiza próxima ao Rio Sapucaí, com um declive acentuado entre a trilha e o rio e apresenta altitudes variando ao longo do trajeto entre 1.518m e 1.542m. Esta trilha é uma trilha estreita utilizada pelos turistas para passeio a pé, não sendo possível o trânsito de automóveis. A vegetação é composta por mata de *Araucaria* e *Podocarpos*, com uma comunidade densa e apresentando indivíduos de *Araucaria* bastante altos que se destacam na paisagem. A trilha é interrompida vez ou outra (principalmente nas áreas mais altas) por campos naturais e também por uma vegetação denominada por SEIBERT et al. (1975) como samambaial, composto em sua maioria por espécies de *Gleichenia* (principalmente nas áreas fortemente inclinadas) e outros elementos esporádicos, como espécies de *Chusquea* (gramíneas bambusóideas).

Figura 2 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha Sapucaí em Campos do Jordão, SP; b) Gráfico indicativo de variação de altitude ao longo da trilha Sapucaí; c) Foto da trilha Sapucaí.



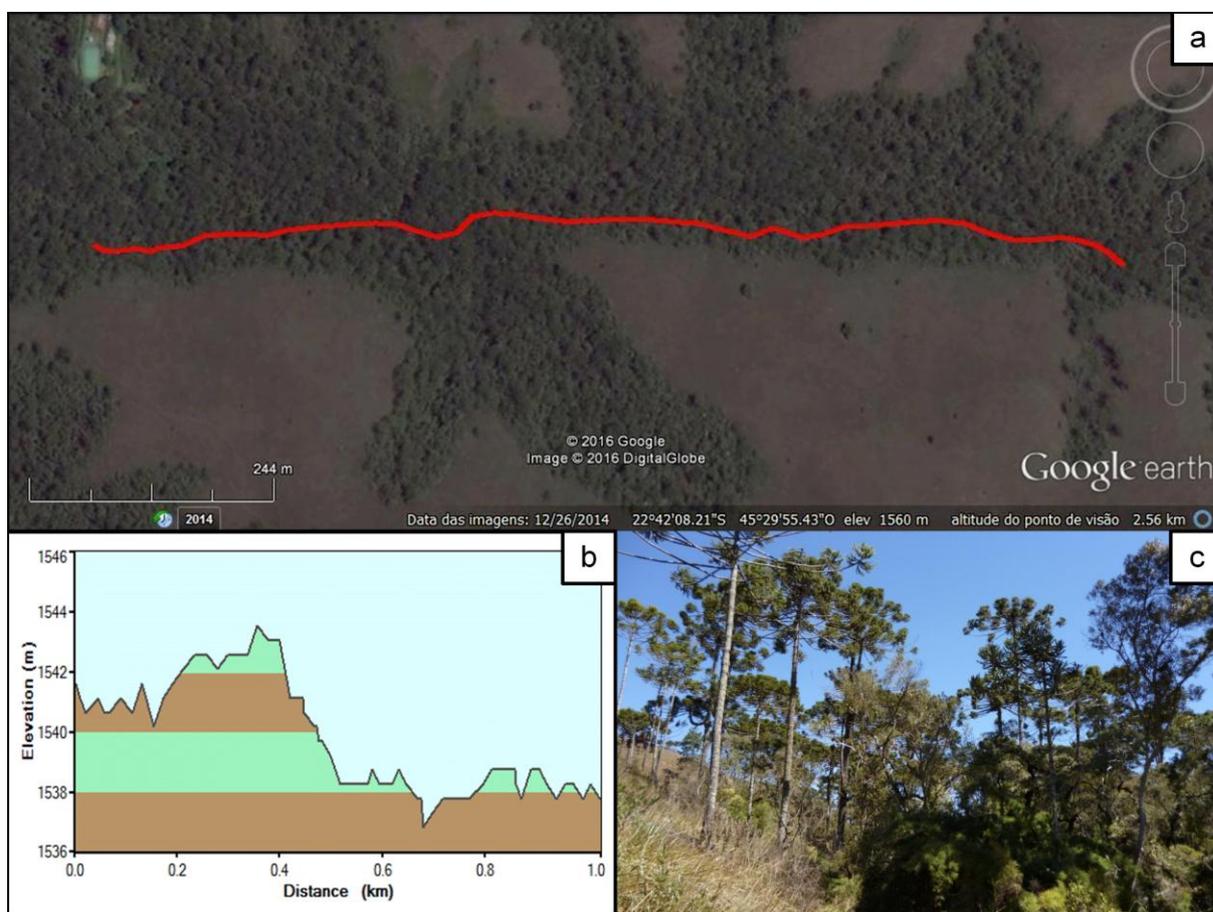
A trilha Cachoeira (Figura 3) é uma estrada de terra usada por turistas para passeios a pé ou de bicicleta, sendo possível a ocorrência esporádica de automóveis na mesma para locomoção de funcionários do Parque. A trilha beira em quase sua totalidade um riacho, sendo sua vegetação composta em maioria por mata latifoliada, com a presença esporádica de *Araucaria* que se sobressai ao nível comum das copas. O extrato arbustivo é bastante denso, principalmente nas margens do riacho. Próximo à margem da trilha é possível visualizar uma habitação humana por poucos metros, no entanto não foram realizadas coletas diretamente nas construções. A altitude da trilha varia entre 1.525 metros e 1.545 metros de altitude.

Figura 3 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha Cachoeira em Campos do Jordão, SP; b) Gráfico indicativo de variação de altitude ao longo da trilha Cachoeira; c) Foto da trilha Cachoeira.



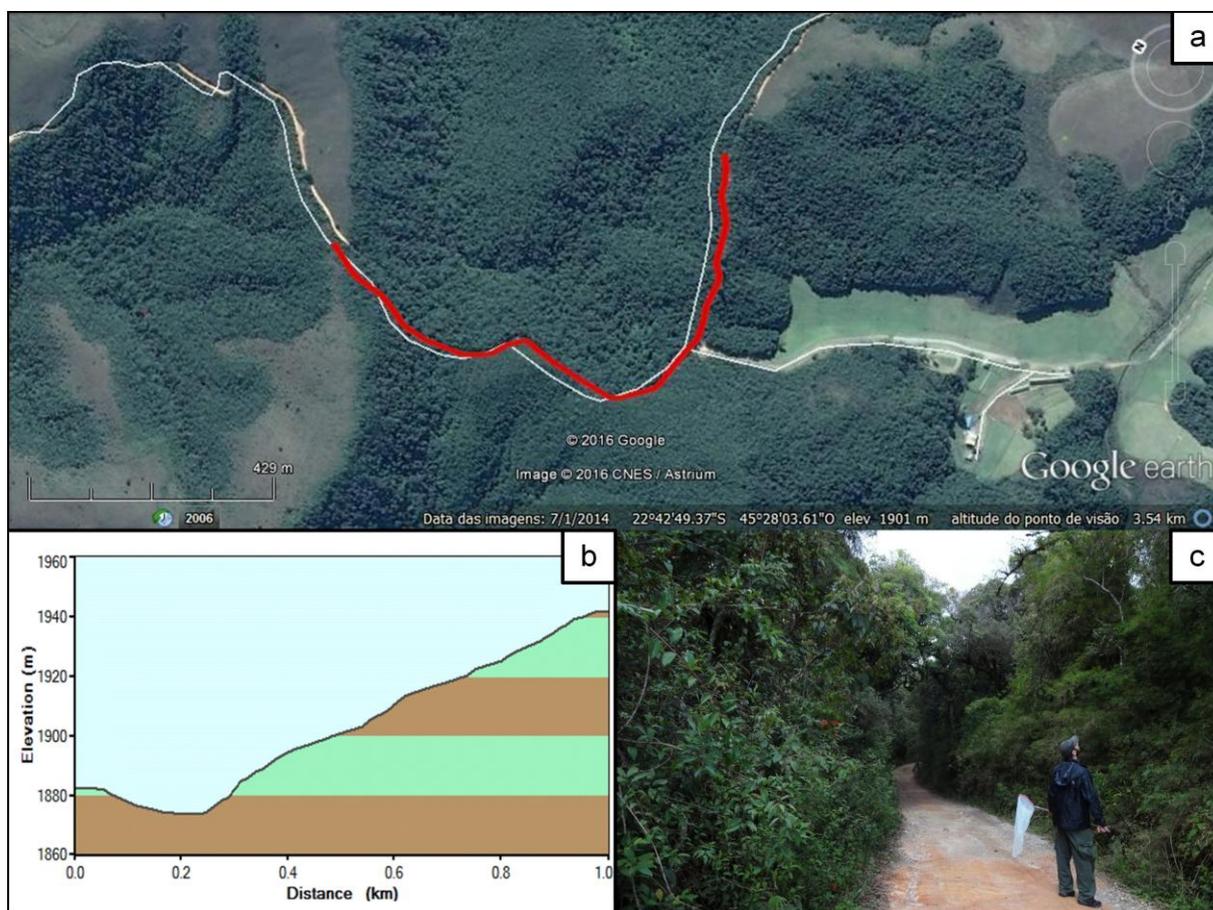
A trilha Canhambora (Figura 4) é uma trilha estreita próxima ao Ribeirão Canhambora utilizada por turistas para caminhadas e passeios de bicicleta, podendo ocorrer a utilização de motocicletas por parte dos funcionários. Esta trilha apresenta pouca variação altitudinal ao longo de seu relevo, de 1.537 a 1.544 metros. A vegetação encontrada aqui é composta por mata de *Araucaria* e *Podocarpus*, sendo que, nas áreas que margeiam o ribeirão, o extrato arbustivo é mais denso, com ocorrência elevada de Pteridophyta.

Figura 4 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha Canhambora em Campos do Jordão, SP; b) Gráfico indicativo de variação de altitude ao longo da trilha Canhambora; c) Foto da trilha Canhambora.



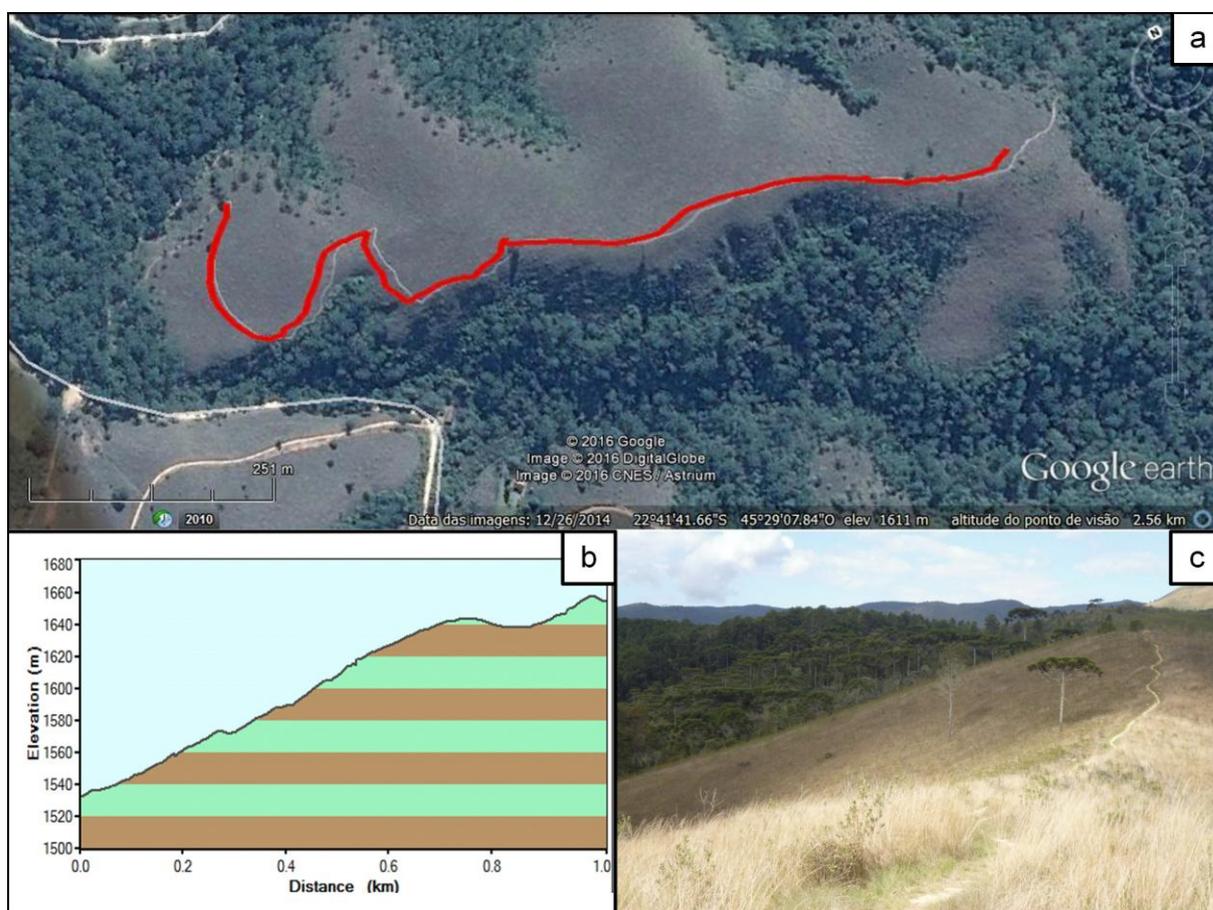
A trilha Nebular (Figura 5) ocorre em uma estrada de terra pouco movimentada em região composta por mata baixa latifoliada de nível superior, que reúne formações latifoliadas, cerradas, compostas por árvores baixas e elevada densidade de indivíduos. É denominada de mata nebular devido à presença de nevoeiros e umidade relativa elevada (SEIBERT et al., 1975). A altitude nesta trilha varia entre 1.873 até 1.942 metros.

Figura 5 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha Nebular em Campos do Jordão, SP; b) Gráfico indicativo de variação de altitude ao longo da trilha Nebular; c) Foto da trilha Nebular com coletor em ação.



A trilha Campos (Figura 6) é uma trilha estreita e bastante íngreme para uso exclusivo a pé, com altitude variando de 1.530 a 1.660 metros. A vegetação é composta por uma extensa área herbácea e graminosa formando uma região de campos naturais, com algumas árvores, principalmente do gênero *Araucaria*, isoladas e esparsas.

Figura 6 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha Campos em Campos do Jordão, SP; b) Gráfico indicativo de variação de altitude ao longo da trilha Campos; c) Foto da trilha Campos.



4.3. Método de coleta

O método de coleta empregado neste trabalho foi a coleta ativa, que consiste na procura ativa dos indivíduos ao longo de estradas ou trilhas já existentes e na coleta destes com auxílio de rede entomológica, no horário de maior atividade forrageadora de vespas sociais neotropicais, entre 10 e 16 horas (PREZOTO et al., 2008; GOMES; NOLL, 2009), sendo que foi estipulado que as coletas seriam iniciadas apenas quando a temperatura ambiente alcançasse um mínimo de 15°C e não houvesse precipitação, de forma a manter um padrão nas coleta ao longo de todo o período. Dois coletores realizaram a coleta ativa em cinco transectos de 1 km, de forma a obter unidades amostrais espaciais dentro do limite do Parque Estadual de Campos do Jordão, abrangendo diferentes fitofisionomias.

Cada uma dessas trilhas foi amostrada cinco vezes entre agosto de 2013 e fevereiro de 2015, com o intuito de criar repetições na área e amostrar de forma mais completa a comunidade de vespas sociais de cada transecto. As coletas foram realizadas durante todo o percurso demarcado, com ambos os coletores amostrando simultaneamente numa mesma trilha. A cada 50 metros percorridos na trilha foi realizado um ponto focal. O ponto focal consiste na permanência de ambos os coletores por 3 minutos em um ponto coletando as vespas sociais que sobrevoam a vegetação ao redor deste local com auxílio de rede entomológica. Os indivíduos coletados foram mortos com álcool etílico absoluto 99,5% PA ACS.

Durante todo o percurso, os coletores procuraram também por ninhos na vegetação da trilha e, quando encontrado, o ninho era fotografado e um indivíduo coletado, contabilizando desta forma o ninho como uma ocorrência da espécie. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram mensurados ao longo das coletas, com um intervalo de uma hora entre cada medição.

Indivíduos coletados fora dos limites estabelecidos das trilhas, como por exemplo, nas edificações do Parque, foram devidamente identificados, sendo utilizados apenas na análise qualitativa da comunidade de vespas, como resultado da riqueza do Parque Estadual de Campos do Jordão.

4.4. Identificação do material

O material coletado foi transportado para o Departamento de Zoologia no Campus da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita-Filho (UNESP) de Rio

Claro, onde foi feita a triagem sob estereoscópio e a alfinetagem de espécimes para a elaboração de uma coleção testemunho e identificação das espécies.

As espécies foram identificadas pela comparação com exemplares da coleção de vespas sociais do Departamento de Zoologia (UNESP – Rio Claro) e do *Museu Paraense Emílio Goeldi* em Belém (PA) e com o uso de chaves dicotômicas de identificação de gêneros e espécies (ZIKÁN, 1949; RICHARDS, 1978; CARPENTER; MARQUES, 2001; SILVEIRA, 2006; ANDENA et al., 2007; PICKETT; WENZEL, 2007; SILVEIRA, 2008; ANDENA et al., 2009; ANDENA; CARPENTER, 2012).

4.5. Autorizações de coleta

As coletas dos vespídeos em Campos do Jordão contaram com as devidas autorizações com finalidade científica de coleta e transporte de material biológico emitidas em 02/10/2012 pelo Ministério do Meio Ambiente, Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISBIO), sob o número 36366-1. As coletas dentro do Parque Estadual de Campos do Jordão foram aprovadas e autorizadas pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo - Instituto Florestal por meio da Carta COTEC - nº. 108/2013 D175/2012 PGH, emitida em 08/03/2013.

4.6. Análises

Para estimar a riqueza do Parque, calculou-se uma curva de rarefação baseada em amostras espaciais, considerando-se cada amostra obtida a partir de cinco dias de coletas em uma trilha como uma unidade espacial. Esta curva gerou os dados de riquezas esperados a partir de 1000 repetições calculados com o programa EstimateS (COLWELL, 2009). Da mesma forma foram geradas curvas de estimativa de riquezas com os estimadores não paramétricos Chao 1, que leva em consideração o número de espécies raras representadas por um ou dois indivíduos, ACE (*abundance coverage estimator*), que é baseado na abundância das espécies representadas por até 10 indivíduos e completada por indivíduos que apresentam abundância maior e Jackknife 1, que é um estimador de riqueza baseado na ocorrência de espécies em apenas uma amostra, sendo dessa forma um estimador baseado na incidência das espécies nas amostras (MAGURRAN, 2013).

Para a comparação deste inventário com outras amostragens de fauna de vespas sociais foi realizado um levantamento na literatura e selecionados todos os

trabalhos realizados em áreas compostas por fitofisionomias do bioma Mata Atlântica, distantes no máximo 150 km do Parque Estadual de Campos do Jordão. Esta distância foi medida com auxílio da ferramenta de medida de distância entre pontos do programa GoogleEarth. Dessa forma os inventários utilizados para comparação de riqueza de vespas sociais foram os realizados no Estado de Minas Gerais no Parque Estadual Serra do Papagaio (SOUZA et al., 2015b), em São Gonçalo do Sapucaí (SOUZA et al., 2015a), em Ouro Fino (ALBUQUERQUE et al., 2015) e em Camanducaia (ALBUQUERQUE et al., 2015) e no Estado de São Paulo em Ubatuba (TOGNI et al., 2014).

A fim de avaliar a similaridade da riqueza obtida em Campos do Jordão com a dos inventários realizados em áreas próximas foi feita uma análise de agrupamento com o programa PAST– versão 1.49 (HAMMER et al., 2001) com algoritmo de ligação por grupo pareado utilizando-se o coeficiente de similaridade de Jaccard. Os índices de similaridade de Jaccard foram calculados aos pares para os ambientes também com o programa PAST– versão 1.49.

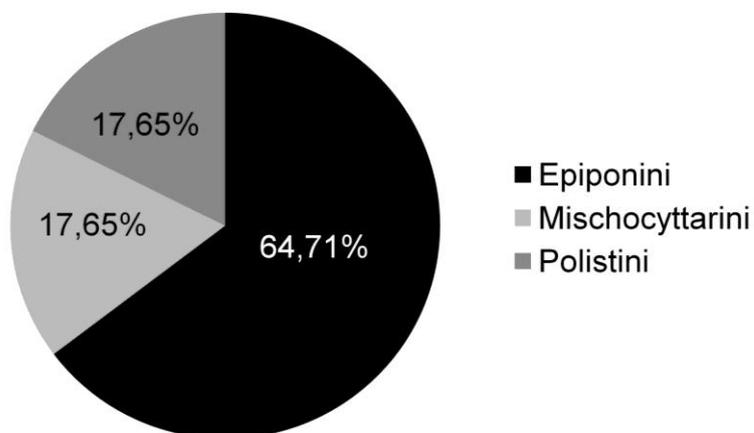
A abundância relativa de cada espécie foi calculada dividindo-se a abundância amostrada da espécie pela abundância total encontrada na amostra analisada. Para diagnosticar se existem diferenças entre as diversidades de vespas sociais das trilhas amostradas, foram calculados no programa PAST– versão 1.49 (HAMMER et al., 2001) os índices de dominância de Simpson (D) e de diversidade de Shannon-Wiener (H' , utilizando-se log com base 2 no cálculo) e a Equitabilidade (J') de cada amostra. Para verificar se existe diferença significativa entre as diversidades amostradas foi feita uma análise para as trilhas pareadas com o teste t (Student) adaptado segundo RODRIGUES (2015) no programa DivEs – Diversidade de Espécies V3.0, de forma a comparar as diversidades obtidas pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener. Para comparar a similaridade das amostras obtidas nas trilhas foram feitas duas análises de agrupamento com o programa PAST– versão 1.49 (HAMMER et al., 2001) utilizando-se em uma o coeficiente de similaridade de Jaccard, de forma a comparar apenas a riqueza obtida em cada trilha e na outra o índice de similaridade de Bray-Curtis para comparar de forma quantitativa as amostras, usando tanto os dados de riqueza quanto de abundância das espécies.

5. Resultados e Discussões

Como resultado da riqueza total amostrada do Parque Estadual de Campos do Jordão, somando todos os resultados encontrados nas trilhas e também as vespas coletadas em áreas fora delas, obteve-se um total de 17 espécies (seis gêneros), como pode ser visto na tabela de ocorrência das espécies (Tabela 1).

Dentre as espécies encontradas em Campos do Jordão, 11 pertencem à tribo Epiponini, três a Mischocyttarini e três à tribo Polistini (Figura 7), sendo que o gênero mais representativo quanto à riqueza de espécies na área foi *Polybia*, que pertence à tribo Epiponini, com a ocorrência de sete espécies. Esta elevada ocorrência de espécies do gênero *Polybia* tem sido comum em inventários de vespas sociais, principalmente na região sudeste do país, no entanto é possível observar inventários onde esta proporção pode não ocorrer, apesar de *Polybia* encontrar-se ainda assim entre os gêneros com maiores riquezas (SOUZA et al., 2015a).

Figura 7: Porcentagem referente ao número de espécies pertencentes às tribos de Polistinae encontradas no Parque Estadual em Campos do Jordão.



As espécies *Mischocyttarus cassununga* e *Polistes simillimus* foram encontradas apenas nas coletas realizadas fora das trilhas, sendo que *M. cassununga* foi encontrada tanto nas edificações do Parque quanto na área de mata, enquanto que *P. simillimus* foi encontrada apenas nas edificações do Parque, como por exemplo, nas áreas onde se localizam alojamentos de funcionários e escritórios.

Foram amostrados ninhos pertencentes a oito espécies (três gêneros) no Parque Estadual de Campos do Jordão, sendo estas *Mischocyttarus cassununga*, *M. lanei*, *Polistes cinerascens*, *Plt. simillimus*, *Polybia flavifrons hecuba*, *P. minarum*, *P.*

paulista e *P. scutellaris* (Figura 8). Os ninhos de *M. cassununga*, *Plt. simillimus*, *P. paulista* e *P. scutellaris* foram observados apenas fora das trilhas amostradas, em áreas com edificações do Parque, enquanto que as outras espécies apresentaram ninhos na vegetação das trilhas, com *P. minarum* apresentando ninhos tanto na vegetação quanto em edificações.

Tabela 1 - Tabela de ocorrência (X) das espécies de vespas sociais encontradas nas trilhas (Cachoeira, Campos, Canhambora, Nebular e Sapucaí) e nas coletas realizadas fora das trilhas no Parque Estadual em Campos do Jordão, em Campos do Jordão, SP. As espécies com ocorrência em apenas uma das trilhas ou apenas nas coletas fora das trilhas estão marcadas em negrito (X).

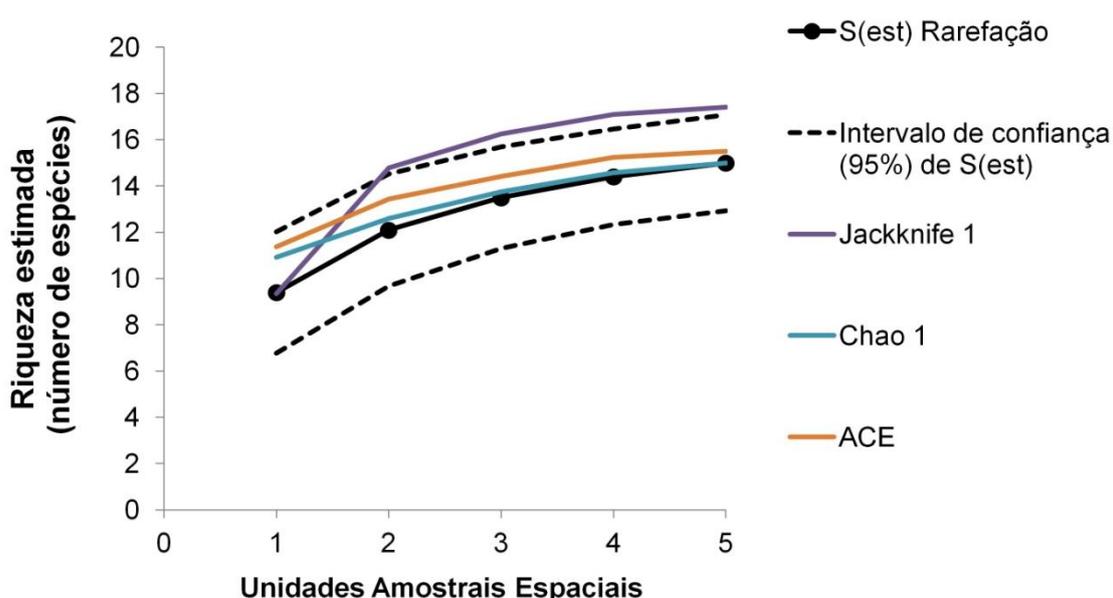
Espécie	Cachoeira	Campos	Canhambora	Nebular	Sapucaí	Coletas fora das trilhas
Tribo Epiponini						
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	X	X	X	X	X	X
<i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	X	X	X	-	X	X
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	X	X	X	-	-	X
<i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	X	X	X	X	X	X
<i>Polybia flavifrons hecuba</i> Richards, 1951	-	-	-	X	-	X
<i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	X	X	X	X	X	X
<i>Polybia paulista</i> H. von Ihering, 1896	-	X	-	-	X	X
<i>Polybia punctata</i> du Buysson, 1908	X	-	X	-	-	-
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	-	X	-	-	X	X
<i>Polybia sericea</i> (Oliver, 1791)	X	-	-	-	-	-
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure, 1854)	X	X	X	-	X	-
Tribo Mischocyttarini						
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (R. von Ihering, 1903)	-	-	-	-	-	X
<i>Mischocyttarus drewseni</i> de Saussure, 1857	X	X	-	-	X	X
<i>Mischocyttarus lanei</i> Zikán, 1949	X	X	X	-	X	-
Tribo Polistini						
<i>Polistes billardieri</i> Fabricius, 1804	-	X	-	-	-	-
<i>Polistes cinerascens</i> de Saussure, 1854	X	X	X	X	X	X
<i>Polistes simillimus</i> Zikán, 1951	-	-	-	-	-	X
Riqueza total	11	12	9	5	10	12

Figura 8 - Imagens de ninhos encontrados no Parque Estadual de Campos do Jordão, sendo (a) *Mischocyttarus cassununga*, (b) *Mischocyttarus lanei*, (c) *Polistes cinerascens*, (d) *Polistes simillimus*, (e) *Polybia flavifrons hecuba*, (f) *Polybia minarum*, (g) *Polybia scutellaris* e (h) *Polybia paulista*.



Percebe-se que a curva de rarefação gerada para as unidades amostrais não alcança uma assíntota após adição das cinco trilhas, indicando que não foi alcançado o número máximo de espécies que ocorrem na área (Figura 9). Para estimar a riqueza da área calculou-se o número de espécies esperado para a área total amostrada com os estimadores Chao 1, ACE e Jackknife 1, obtendo como resultados 15 espécies, 15,5 espécies e 17,4 espécies, respectivamente. Nota-se que estes números estimados estão bem próximos da riqueza observada obtida nas 5 trilhas juntas, sendo inclusive de igual valor no caso do Chao 1. Isto indica que a amostra coletada é satisfatória para descrever a diversidade dos ambientes que abrangem as trilhas. Quanto à comunidade de vespas do Parque todo, espera-se uma maior riqueza de espécies, já que duas espécies, além das 15 amostradas nas trilhas, foram encontradas fora das mediações destas. É interessante notar que estas duas espécies foram coletadas próximas a edificações do Parque, sendo que ninhos das mesmas foram encontrados fixados diretamente nestas edificações, o que sugere que uma trilha que inclua áreas com construções antrópicas seja uma boa forma de aumentar a riqueza amostrada de uma localidade.

Figura 9 - Curvas da riqueza estimada por rarefação - $S(est)$ e pelos estimadores de riqueza Jackknife 1, Chao 1 e ACE, com base em cinco unidades amostrais espaciais (trilhas) de Campos do Jordão, gerada com o programa EstimateS com 1000 repetições.



Quando a riqueza de espécies total obtida no Parque (incluindo espécies amostradas fora das trilhas) é comparada com inventários de fauna realizados na Mata Atlântica em regiões próximas ao PECJ percebe-se uma variação tanto no número de espécies como na composição destas comunidades. No inventário realizado em São Gonçalo do Sapucaí (SGS) (SOUZA et al., 2015a), com altitude máxima de coleta de 1.000 metros e em Ouro Fino (OF1) (ALBUQUERQUE et al., 2015), com altitude variando entre 800 e 1.100 metros, a riqueza amostrada é maior do que a de Campos do Jordão, sendo quase o dobro em São Gonçalo do Sapucaí e uma vez e meia em Ouro fino (Tabela 2). Quando o número de espécies é comparado com o obtido em um inventário realizado em Ubatuba (TOGNI et al., 2014) a uma altitude que não ultrapassa 50 metros acima do nível do mar, ou seja, a uma altitude muito menor, temos um número mais próximo do obtido em Campos do Jordão no PECJ (Tabela 2), no entanto ainda assim, sendo maior em Ubatuba. Quando comparada com a riqueza obtida em inventários realizados acima de 1.000 metros de altitude, no caso, se iniciando a partir de 1.300 metros em Ouro Fino (OF2) (ALBUQUERQUE et al., 2015), 1.600 metros no Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP) (SOUZA et al., 2015b) e 1.800 metros em Camanducaia (CAM) (ALBUQUERQUE et al., 2015) o número de vespas total obtido em Campos do Jordão é mais próximo, sendo inclusive superior do que o obtido em Camanducaia (Tabela 2).

Com exceção da riqueza obtida no inventário de Ubatuba, os resultados de maior riqueza em áreas mais baixas concordaram com os resultados obtidos por KUMAR et al. (2009) e por ALBUQUERQUE et al. (2015) para a riqueza de espécies de vespas sociais ao longo de gradientes altitudinais. Riquezas maiores têm sido observadas em áreas de altitudes menores, em função da ocorrência de microclimas e micro-habitats mais favoráveis para a nidificação e manutenção das colônias (ALBUQUERQUE et al., 2015), havendo evidência de correlação entre riqueza e temperatura ambiente (SOUZA et al., 2014a).

Tabela 2 - Riquezas de vespas sociais amostradas em inventários realizados em áreas do Bioma Mata Atlântica com distância máxima de 150 quilômetros do município de Campos do Jordão. Siglas: PECJ: Parque Estadual de Campos do Jordão; PESP: Parque Estadual Serra do Papagaio (SOUZA et al., 2015b); SGS: São Gonçalo do Sapucaí (SOUZA et al., 2015a); OF1 e OF2: Ouro Fino (ALBUQUERQUE et al., 2015); CAM: Camanducaia (ALBUQUERQUE et al., 2015); UBA: Ubatuba (TOGNI et al., 2014); m. alt. indica a respectiva altitude em metros do local onde foram realizadas as coletas.

Local (altitude)	Riqueza (S)
UBA (abaixo de 50 m. alt.)	21
OF1 (entre 800-1.100 m. alt.)	26
SGS (em torno de 1.000 m. alt.)	33
OF2 (entre 1.300-1.600 m. alt.)	19
PECJ (entre 1.500-1.950 m. alt.)	17
PESP (entre 1.600-2.200 m. alt.)	21
CAM (entre 1.800-2.100 m. alt.)	11

Comparando a riqueza obtida nestes inventários de vespas por meio do uso do coeficiente de similaridade de Jaccard para as espécies amostradas em cada localidade é possível perceber a formação de grupos no dendrograma criado (Figura 10). Um grupo foi formado pelas coletas realizadas acima de 1.300 metros de altitude (OF2, PESP, PECJ e CAM), com um índice de similaridade próximo a 0,5 e com os inventários de OF1 e PESP tendo a maior similaridade entre si (de 0,67 - Tabela 3). Já os inventários realizados em altitudes próximas a 1.000 metros (OF1 e SGS) formaram outro grupo, com um índice de Jaccard de 0,55 de similaridade. A composição da riqueza amostrada em Ubatuba (UBA) se mostrou muito diferente das aqui analisadas, posicionando este inventário separado dos outros dois grupos gerados no dendrograma, sendo que a maior similaridade pareada para Ubatuba foi obtida com a área de altitude menor dentre os outros inventários, Ouro Fino (OF1), com um índice de similaridade de Jaccard de apenas 0,24 (Tabela 3).

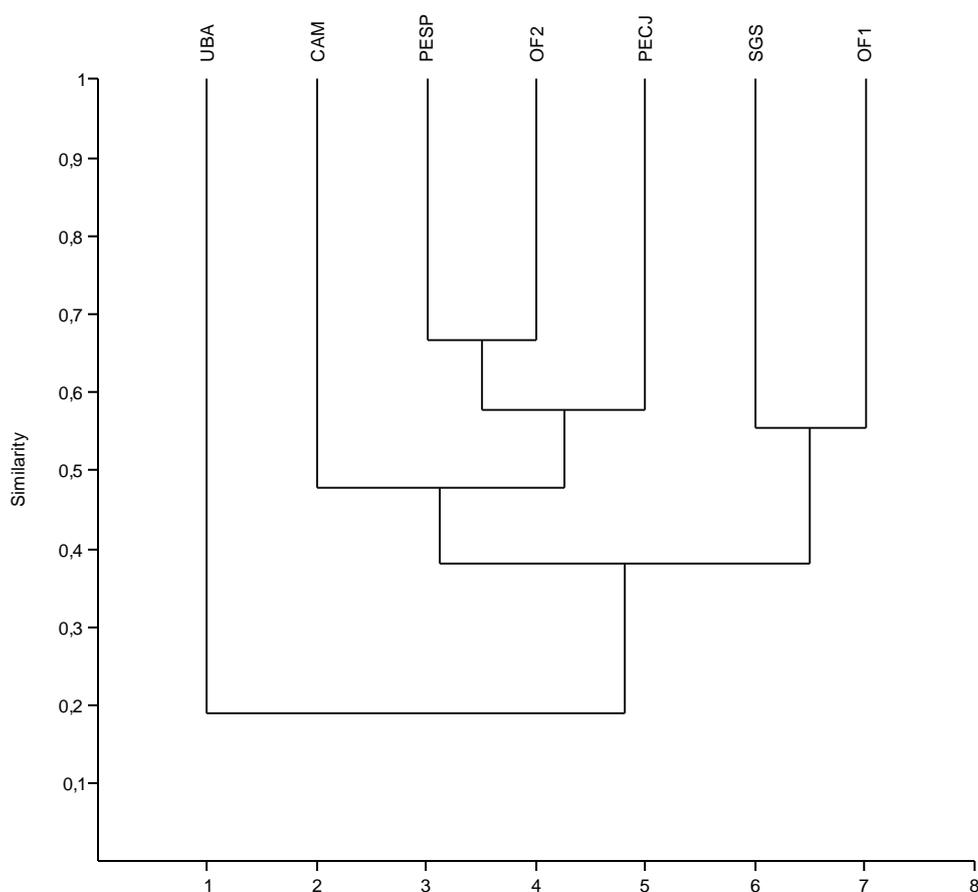
Dentre os inventários aqui analisados, o que mostrou maior similaridade com a riqueza obtida em Campos do Jordão foi o realizado no Parque Estadual da Serra do Papagaio (Tabela 3). O Parque Estadual da Serra do Papagaio apresenta características fito-fisionômicas muito parecidas com as do Parque Estadual de Campos do Jordão, com uma área de mata composta por Mata Atlântica com áreas de campos naturais e também florestas de *Araucaria*, além de ocorrer em altitudes muito semelhantes às amostradas no presente estudo, variando entre 1.600 a 2.200

metros de altitude (SOUZA et al., 2015b). Toda essa semelhança de hábitat junto com o fato de ambos os Parques estarem localizados na Serra da Mantiqueira ajudam a explicar uma maior similaridade na composição da riqueza entre essas áreas quando comparada com os outros inventários.

Tabela 3: Índices de Similaridade de Jaccard obtidos para comparações pareadas entre as espécies amostradas no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), no Parque Estadual Serra do Papagaio (PESP) (SOUZA et al., 2015b), em São Gonçalo do Sapucaí (SGS) (SOUZA et al., 2015a), em Ouro Fino (OF1 com altitudes de 800-1000 metros e OF2 com altitudes de 1300-1600 metros) (ALBUQUERQUE et al., 2015), em Camanducaia (CAM) (ALBUQUERQUE et al., 2015) e em Ubatuba (UBA) (TOGNI et al., 2014).

	PECJ	PESP	SGS	OF1	OF2	CAM	UBA
PECJ	1	0,652	0,429	0,265	0,500	0,474	0,118
PESP	0,652	1	0,588	0,343	0,667	0,455	0,200
SGS	0,429	0,588	1	0,553	0,529	0,294	0,227
OF1	0,265	0,343	0,553	1	0,364	0,233	0,237
OF2	0,500	0,667	0,529	0,364	1	0,500	0,212
CAM	0,474	0,455	0,294	0,233	0,500	1	0,143
UBA	0,118	0,200	0,227	0,237	0,212	0,143	1

Figura 10 - Análise de agrupamento calculada com o coeficiente de similaridade de Jaccard (Programa PAST – algoritmo: grupo pareado) entre as riquezas obtidas nos inventários de vespas sociais realizados no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), no Parque Estadual Serra do Papagaio (PESP) (SOUZA et al., 2015b), em São Gonçalo do Sapucaí (SGS) (SOUZA et al., 2015a), em Ouro Fino (OF1 com altitudes de 800-1000 metros e OF2 com altitudes de 1300-1600 metros) (ALBUQUERQUE et al., 2015), em Camanducaia (CAM) (ALBUQUERQUE et al., 2015) e em Ubatuba (UBA) (TOGNI et al., 2014).

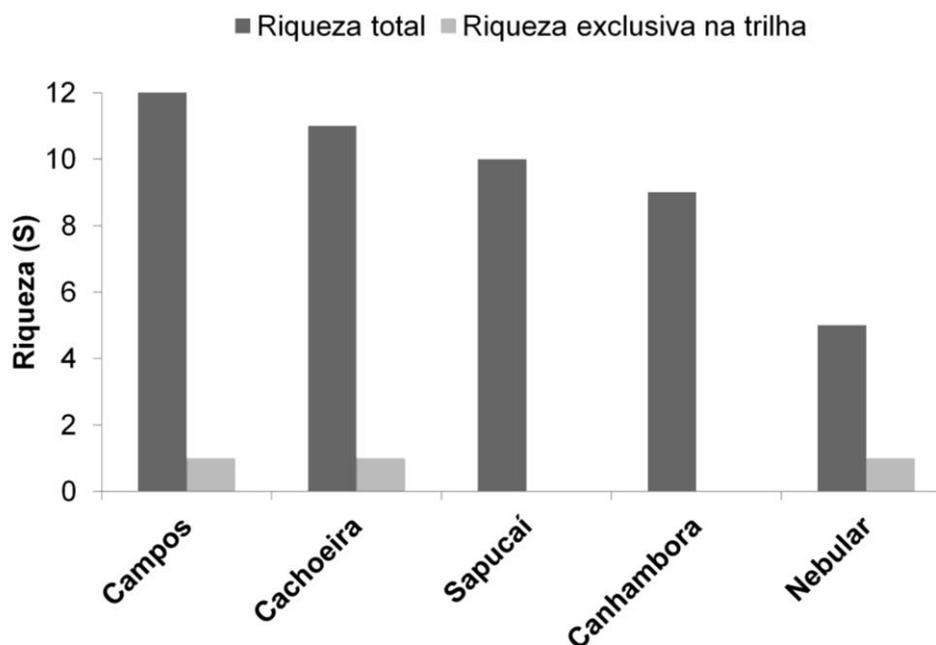


As espécies *Agelaia multipicta*, *Mischocyttarus cassununga* e *Polybia fastidiosuscula* foram encontradas nos sete inventários aqui comparados (PECJ, PESP, SGS, OF1, OF2, CAM, UBA), demonstrando a elevada plasticidade destas espécies quanto à sua ocorrência em microclimas, vegetações distintas e altitudes variadas, com a ocorrência das mesmas desde altitudes muito próximas ao nível do mar, como em Ubatuba, até altitudes elevadas como em Camanducaia que chega até 2.100 metros de altitude, no Parque Estadual da Serra do Papagaio com altitudes até 2.200 metros e no presente estudo.

As espécies *Polybia flavifrons hecuba* e *Mischocyttarus lanei* ocorreram exclusivamente, dentre os estudos aqui comparados, em Campos do Jordão. *Polybia flavifrons hecuba* é a única subespécie de *Polybia flavifrons* com ocorrência no Brasil e apresenta, segundo RICHARDS (1978), distribuição abrangente na América do Sul, com ocorrência no Brasil nos Estados Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Esta espécie, no entanto, apresenta poucos relatos atuais de ocorrência em inventários de vespas sociais, tendo sido amostrada em inventários de fauna no Brasil apenas no Bioma Cerrado na Chapada dos Guimarães (Mato Grosso) em 1988/89 (DINIZ; KITAYAMA, 1998), na estação ecológica de Jataí em Luiz Antônio (São Paulo) em 1991/93 (MECHI, 1996) e no Parque Estadual de Vassununga (São Paulo) em 2000/01 (MECHI, 2005) e em um estudo realizado em plantações de jiloeiro em Viçosa (Minas Gerais) no período de 1984/85 (PICANÇO et al., 1997). A ausência de coletas desta espécie com distribuição descrita como abrangente pode ser em decorrência da identificação errônea de indivíduos, já que, segundo RICHARDS (1978) é uma espécie que apresenta diversos morfotipos, podendo ser confundida devido à suas diferentes colorações com indivíduos de *Polybia scutellaris*, *Polybia fastidiosuscula* ou *Polybia occidentalis*. *Mischocyttarus lanei* foi descrita por ZIKÁN (1949) e tem como local de descrição uma cidade chamada Campos da Serra, Estado de São Paulo, sendo que não existe registro desse nome de município para o Estado de São Paulo. RICHARDS (1978) não acrescentou outras áreas de ocorrência para esta espécie, mantendo o nome Campos da Serra, SP, como local de descrição. Na literatura esta espécie não aparece em inventários de vespas no Estado de São Paulo e também não há registros da mesma em inventários realizados no Bioma Mata Atlântica.

Considerando apenas as coletas realizadas nas trilhas, as quais seguiram todas o mesmo protocolo de coleta indicado na metodologia, e, portanto, podem ser comparadas de modo quantitativo, podemos observar uma composição da comunidade de vespas sociais distinta para cada localidade, com a riqueza variando de um número máximo de 12 espécies na trilha Campos a um mínimo de cinco na trilha Nebular, com algumas trilhas apresentando espécies com ocorrência exclusiva nas mesmas (Figura 11).

Figura 11 - Distribuição de frequência das riquezas amostradas nas trilhas (Campos, Cachoeira, Sapucaí, Canhambora e Nebular) no Parque Estadual de Campos do Jordão.



Na trilha Campos, composta por campos naturais e gramíneas, com número muito reduzido de árvores, coletou-se 171 indivíduos distribuídos em 12 espécies, sendo esta a trilha com a maior riqueza observada. A espécie *Polistes billardieri* foi encontrada apenas nesta trilha e a espécie mais abundante foi *Mischocyttarus drewseni*, com abundância total de 99 indivíduos, perfazendo 57,89% de toda a coleta da trilha, sendo que esta espécie foi coletada nos cinco dias de amostragem na trilha (Tabela 4). *Mischocyttarus drewseni* é uma espécie que habita tipicamente áreas compostas por vegetação campestre, sendo que a maioria das atividades de forrageamento ocorre nesta vegetação baixa (JEANNE, 1972). Este autor observou a preferência desta espécie por nidificar em construções antrópicas, no entanto, apesar de não ter sido encontrado ninhos de *Mischocyttarus drewseni* nesta trilha, também não havia qualquer construção nas mediações da mesma, indicando que provavelmente os ninhos estavam na área amostrada, no entanto não foram encontrados devido a dificuldade de visualiza-los nesta vegetação baixa e fechada. A espécie com segunda maior abundância encontrada na trilha Campos foi *Agelaiia vicina*, com abundância relativa igual a 14,88%. Esta espécie de Epiponini é a espécie de vespas sociais com maior ninho já descrito no Brasil (ZUCCHI et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2010) e seus ninhos são construídos na maioria das vezes

em cavidades, podendo estas ser naturais, no solo, cavernas ou em troncos de árvores ou artificiais, como dentro de abrigos fechados (ZUCCHI et al., 1995; WENZEL, 1998; OLIVEIRA et al., 2010). Considerando-se esta preferência para a escolha do local de nidificação, esta espécie pode estar usando o ambiente da trilha Campos tanto para forragear, já que se espera que a área de alcance desta espécie seja abrangente devido ao tamanho de suas colônias (RAW, 1998), quanto para nidificar, já que existem inúmeros termiteiros abandonados ao longo da trilha, que poderiam servir de abrigo para o ninho. No entanto, não foram encontrados ninhos desta espécie ao longo das coletas. É importante ressaltar que esta trilha apresenta uma comunidade de vespas muito pouco uniforme, com quatro espécies tendo sido amostradas apenas uma única vez e mais da metade das espécies com ocorrência em menos do que 50% das coletas realizadas nas trilhas (Tabela 4 – ocorrências e constância).

Na trilha Sapucaí, composta por mata de *Araucaria*, interrompida algumas vezes por campos naturais e samambaias, foram encontrados 190 indivíduos pertencentes a 10 espécies, com nenhuma espécie exclusiva desta área amostral e nenhum indivíduo do gênero *Brachygastra*. Esta foi a trilha que apresentou maior abundância coletada e o maior número de espécies 100% constantes nas coletas, ou seja, maior número de espécies que foram coletadas nas cinco amostragens realizadas na trilha (Tabela 5), além de ter apresentado apenas uma espécie representada por um único indivíduo. Estas características indicam uma comunidade de vespas mais uniforme.

Na trilha Cachoeira, composta por estrato arbóreo alto e denso sub-bosque na margem de um riacho, foram coletados 163 indivíduos pertencentes a 11 espécies, com a espécie *Polybia sericea* ocorrendo exclusivamente nesta trilha, sendo que esta foi coletada apenas esta vez no Parque todo. Nesta trilha a tribo Epiponini compôs 92,02% da abundância total encontrada, sendo que 41,10% da abundância total são referentes a indivíduos da espécie *Agelaia multipicta*, única espécie amostrada em todas as coletas realizadas nas trilhas (Tabela 6). A composição desta comunidade se mostrou pouco uniforme, sendo que quase 80% da abundância pertencem a apenas três das onze espécies amostradas.

Na trilha Canhambora, com cobertura florestal densa, composta por mata de *Araucaria* e *Podocarpus*, foram capturados 125 espécimes distribuídos em nove espécies, com nenhuma sendo exclusiva da trilha, no entanto com espécies

representando todos os gêneros encontrados no Parque. A tribo Epiponini também foi dominante nessa área, perfazendo um total de 92% de toda a abundância amostrada na trilha, sendo que a espécie mais amostrada foi novamente *Agelaia multipicta*, seguida por *Polybia minarum*, com respectivamente 40,80% e 35,20% do total amostrado (Tabela 7). Nesta trilha, um terço da riqueza é composto por *singletons*, que segundo MAGURRAN (2013), são espécies representadas por um único indivíduo na amostra, enquanto que mais de 80% da amostra é representada por outro terço da riqueza, caracterizando esta comunidade como uma comunidade pouco uniforme.

A trilha Nebular, com vegetação arbórea típica de maiores altitudes, com formações latifoliadas, cerradas, composta por árvores baixas e elevada densidade de indivíduos, encontrou-se apenas 43 indivíduos pertencentes a cinco espécies e apenas três gêneros. Dentre estas espécies, a *Polybia flavifrons hecuba* foi exclusiva desta área, e os gêneros *Brachygastra*, *Mischocyttarus* e *Protonectarina* não foram coletados. Apesar do número de espécies amostrado ser baixo, quando comparado com as outras trilhas, as espécies que ocorrem nesta trilha são espécies com ocorrência constante nas amostras, sendo que apenas *Polistes cinerascens* ocorreu em menos do que 50% das amostras (Tabela 8).

Tabela 4 - Abundância total, abundância relativa (%), número de dias amostrados (total de ocorrências) e constância (%) das espécies coletadas na trilha “Campos”, no Parque Estadual de Campos do Jordão em cinco dias de amostragens.

Espécie	Dias de coleta - Trilha Campos					Total	Abundância Relativa (%)	Total de ocorrências	Constância (%)
	24/08/2013	11/11/2013	25/01/2014	27/03/2014	08/02/2015				
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	8	6	38	33	13	98	58,33	5	100
<i>Agelaia vicina</i>	1	1	2	1	20	25	14,881	5	100
<i>Brachygastra lecheguana</i>	0	1	4	5	6	16	9,524	4	80
<i>Polistes billardieri</i>	2	0	4	2	0	8	4,762	3	60
<i>Protonectarina sylveirae</i>	0	0	4	1	2	7	4,167	3	60
<i>Polybia minarum</i>	0	0	1	3	0	4	2,381	2	40
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	0	0	0	0	3	3	1,786	1	20
<i>Polybia scutellaris</i>	0	0	2	1	0	3	1,786	2	40
<i>Agelaia multipicta</i>	0	0	0	1	0	1	0,595	1	20
<i>Mischocyttarus lanei</i>	1	0	0	0	0	1	0,595	1	20
<i>Polistes cinerascens</i>	1	0	0	0	0	1	0,595	1	20
<i>Polybia paulista</i>	0	0	1	0	0	1	0,595	1	20
Abundância	13	8	56	47	44	168			
Riqueza	5	3	8	8	5	12			

Tabela 5 - Abundância total, abundância relativa (%), número de dias amostrados (total de ocorrências) e constância (%) das espécies coletadas na trilha “Sapucai”, no Parque Estadual de Campos do Jordão em cinco dias de amostragens.

Espécie	Dias de coleta - Trilha Sapucaí					Total	Abundância Relativa (%)	Total de ocorrências	Constância (%)
	25/08/2013	16/11/2013	27/01/2014	25/03/2014	08/02/2015				
<i>Agelaia vicina</i>	9	9	2	0	26	46	24,211	4	80
<i>Polybia minarum</i>	6	7	14	3	4	34	17,895	5	100
<i>Agelaia multipicta</i>	18	3	2	3	4	30	15,789	5	100
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	2	1	5	10	12	30	15,789	5	100
<i>Mischocyttarus lanei</i>	3	3	5	3	2	16	8,421	5	100
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	2	0	4	4	4	14	7,368	4	80
<i>Polistes cinerascens</i>	2	1	6	2	2	13	6,842	5	100
<i>Polybia scutellaris</i>	0	3	1	0	0	4	2,105	2	40
<i>Polybia paulista</i>	1	1	0	0	0	2	1,053	2	40
<i>Protonectarina sylveirae</i>	1	0	0	0	0	1	0,526	1	20
Abundância	44	28	39	25	54	190			
Riqueza	9	8	8	6	7	10			

Tabela 6 - Abundância total, abundância relativa (%), número de dias amostrados (total de ocorrências) e constância (%) das espécies coletadas na trilha “Cachoeira”, no Parque Estadual de Campos do Jordão em cinco dias de amostragens.

Espécie	Dias de coleta - Trilha Cachoeira					Total	Abundância Relativa (%)	Total de ocorrências	Constância (%)
	21/10/2013	13/11/2013	23/01/2014	26/03/2014	06/02/2016				
<i>Agelaia multipicta</i>	13	7	12	15	20	67	41,104	5	100
<i>Polybia minarum</i>	2	0	25	13	6	46	28,221	4	80
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	3	0	2	1	11	17	10,429	4	80
<i>Agelaia vicina</i>	5	4	0	0	1	10	6,135	3	60
<i>Polistes cinerascens</i>	0	0	6	0	0	6	3,681	1	20
<i>Protonectarina sylveirae</i>	4	0	0	1	1	6	3,681	3	60
<i>Mischocyttarus lanei</i>	0	0	0	3	1	4	2,454	2	40
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	1	2	0	0	0	3	1,840	2	40
<i>Polybia punctata</i>	0	0	0	2	0	2	1,227	1	20
<i>Brachygastra lecheguana</i>	0	1	0	0	0	1	0,613	1	20
<i>Polybia sericea</i>	0	0	0	1	0	1	0,613	1	20
Abundância	28	14	45	36	40	163			
Riqueza	6	4	4	7	6	11			

Tabela 7 - Abundância total, abundância relativa (%), número de dias amostrados (total de ocorrências) e constância (%) das espécies coletadas na trilha “Canhambora”, no Parque Estadual de Campos do Jordão em cinco dias de amostragens.

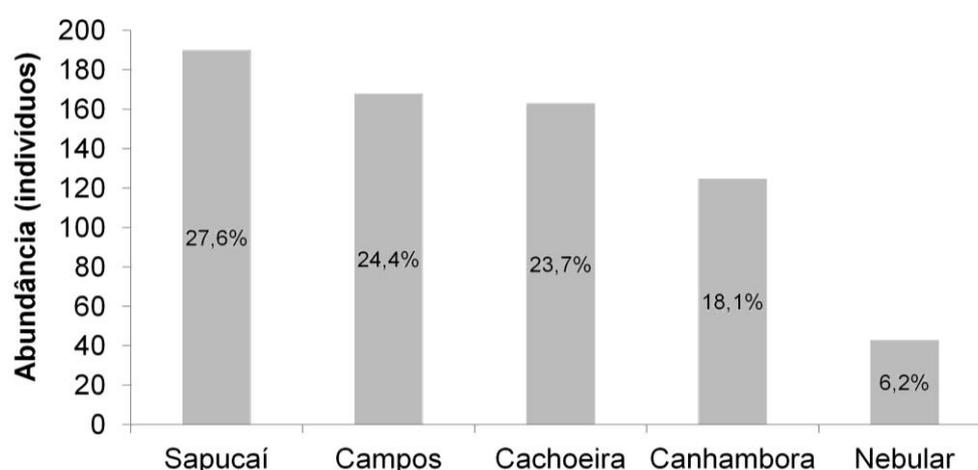
Espécie	Dias de coleta - Trilha Canhambora					Total	Abundância Relativa (%)	Total de ocorrências	Constância (%)
	20/10/2013	15/11/2013	26/01/2014	29/03/2014	07/02/2015				
<i>Agelaia multipicta</i>	13	11	6	14	7	51	40,800	5	100
<i>Polybia minarum</i>	0	3	29	8	4	44	35,200	4	80
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	1	2	4	3	4	14	11,200	5	100
<i>Polistes cinerascens</i>	1	2	4	0	1	8	6,400	3	60
<i>Brachygastra lecheguana</i>	0	1	1	1	0	3	2,400	3	60
<i>Mischocyttarus lanei</i>	0	0	0	2	0	2	1,600	1	20
<i>Agelaia vicina</i>	0	0	0	0	1	1	0,800	1	20
<i>Polybia punctata</i>	0	0	0	1	0	1	0,800	1	20
<i>Protonectarina sylveirae</i>	0	1	0	0	0	1	0,800	1	20
Abundância	15	20	44	29	17	125			
Riqueza	3	6	5	6	5	9			

Tabela 8 - Abundância total, abundância relativa (%), número de dias amostrados (total de ocorrências) e constância (%) das espécies coletadas na trilha “Nebular”, no Parque Estadual de Campos do Jordão em cinco dias de amostragens.

Espécie	Dias de coleta - Trilha Nebular					Total	Abundância Relativa (%)	Total de ocorrências	Constância (%)
	19/10/2013	14/11/2013	24/01/2014	28/03/2014	09/02/2015				
<i>Polybia minarum</i>	2	5	1	1	4	13	30,233	5	100
<i>Polybia flavifrons hecuba</i>	1	3	1	4	2	11	25,581	5	100
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	3	5	0	1	1	10	23,256	4	80
<i>Agelaia multipicta</i>	0	2	1	1	3	7	16,279	4	80
<i>Polistes cinerascens</i>	0	0	1	0	1	2	4,651	2	40
Abundância	6	15	4	7	11	43			
Riqueza	3	4	4	4	5	5			

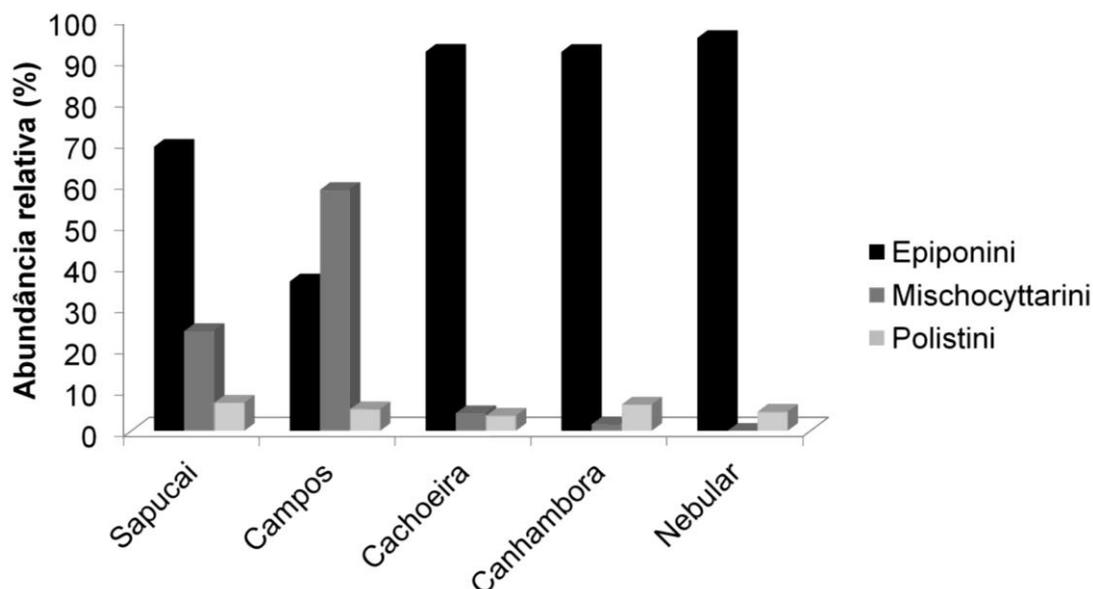
Apesar de ter sido empregado o mesmo esforço amostral, a abundância amostrada variou entre as trilhas (Figura 12), sendo que a trilha na qual ocorreu maior abundância foi a trilha Sapucaí (190 indivíduos) e a com a menor abundância foi a trilha Nebular, com 43 indivíduos, ou seja, apenas 6,24% da abundância total de vespas amostradas nas trilhas. A trilha Nebular é a trilha que ocorre em maior altitude, variando entre 1873 metros até 1942 metros. Segundo o observado por KUMAR et al. (2009), esperava-se que esta trilha tivesse a maior abundância de indivíduos, principalmente pelo fato da riqueza de espécies ser, em sua maioria, composta por espécies enxameantes (Figura 13), no entanto isto não foi o observado. A utilização de técnicas de amostragens diferentes entre o presente estudo e o estudo realizado por KUMAR et al. (2009), assim como uma variação diferente nos gradientes altitudinais amostrados, podem ter gerado essa diferença na abundância esperada para áreas mais altas, já que esses autores associam essa elevada abundância a fatores fisiológicos das vespas que, influenciados pela baixa temperatura a elevadas altitudes, podem resultar em uma maior coleta nas armadilhas em horários iniciais do dia, quando as vespas não alcançaram ainda seu auge na habilidade locomotora. Como no presente estudo uma temperatura mínima para o início da coleta foi estipulada, essa diferença na habilidade de voo não foi percebida.

Figura 12 - Distribuição de frequência da abundância total das vespas sociais amostradas em cada uma das trilhas (Sapucaí, Campos, Cachoeira, Canhambora e Nebular) e suas respectivas porcentagens (expressas em % nas colunas) referentes à abundância total amostrada (689 indivíduos).



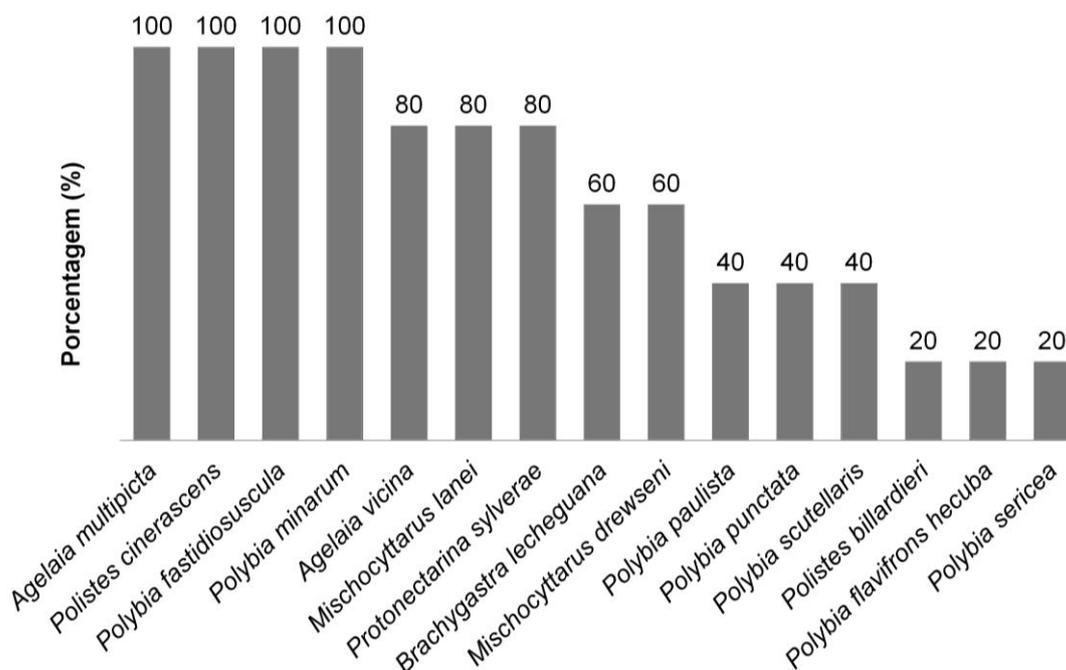
Na maioria dos estudos realizados no Brasil sobre diversidade de fauna de vespas sociais, encontra-se um predomínio de ocorrência de espécies da tribo Epiponini quando avaliada a abundância das espécies por meio de coletas ativa ou passiva, excluindo-se apenas os inventários com busca por ninho, nos quais esta prevalência não ocorre (LOCHER et al., 2014). Neste trabalho (Figura 13) observou-se predomínio na abundância da tribo Epiponini em quatro das cinco trilhas: Cachoeira com 92,02% da abundância coletada, Canhambora com 92% e Nebular com 95,35%, enquanto que a trilha Sapucaí já apresentou um percentual mais baixo dessa abundância, 68,95%, no entanto ainda predominante. A trilha Campos se mostrou uma exceção, apresentando uma baixa percentagem de abundância da tribo Epiponini, apenas 36,26%, com a tribo Mischocyttarini contribuindo com mais de 50% da amostra. Esta diferente proporção de abundância se deve ao tipo vegetacional do ambiente amostrado, composto em sua grande maioria por gramíneas, com muito poucas árvores e dessa forma limitando a nidificação nesta área a espécies capazes de nidificar principalmente em gramíneas, arbustos ou em cavidades no solo. Como as espécies amostradas foram coletadas, em sua maioria, durante o ato de forrageamento, a ocorrência também de espécies que não apresentam relatos de nidificação em vegetações rasteiras, como por exemplo, *Polybia fastidiosuscula* é justificável, já que a área amostrada pode estar dentro do raio de ação de algum ninho que esteja na mata de entorno.

Figura 13 - Distribuição de frequência da abundância relativa, expressa em porcentagem (%), das tribos Epiponini, Mischocyttarini e Polistini em cada uma das trilhas amostradas no Parque Estadual de Campos do Jordão.



Para verificar a existência de espécies comuns em todas as áreas foi calculada a proporção de unidades amostrais nas quais foram encontradas as vespas, variando dessa forma desde 100% de ocorrência, considerando as espécies que foram coletadas pelo menos uma vez em todas as trilhas, até 20% de ocorrência, que corresponde às vespas com ocorrência exclusiva de uma trilha (Figura 14). A espécie *Mischocyttarus drewseni*, apesar de ter sido a espécie com terceira maior abundância relativa da área (19,01% do total – ver Tabela 9), ocorreu em apenas três das cinco trilhas. A ausência de ocorrência de indivíduos desta espécie nas trilhas Canhambora e Nebular e sua ocorrência com uma pequena abundância na trilha Cachoeira (três de 131 indivíduos) confirmam a preferência descrita por JEANNE (1972) desta espécie por áreas abertas tanto para nidificação quanto para o ato de forrageamento. As espécies *Agelaia multipicta*, *Polistes cinerascens*, *Polybia fastidiosuscula* e *Polybia minarum* ocorreram em todas as trilhas, indicando a capacidade destas espécies de ocupar uma maior variedade de ambientes.

Figura 14 - Porcentagem de ocorrência nas trilhas de cada espécie encontrada no Parque Estadual de Campos do Jordão, sendo 100% a ocorrência em todas as trilhas e 20% a ocorrência em apenas uma trilha.



Agelaia multipicta é uma espécie de ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até a Argentina, que faz seus ninhos sem envelope e em cavidades (RICHARDS, 1978). Existem registros de ninhos de *A. multipicta* em cavidades bastante diversas, como no interior de troncos de árvores de diferentes espécies e alturas (RICHARDS, 1978), em termiteiros abandonados (SOUZA; ZANUNCIO, 2012), em espaços bem menores como dentro de frutos ocos de sapucaias (GIANNOTTI, 1998) e também em estruturas antrópicas como embaixo de pontes (RICHARDS, 1978) ou até mesmo dentro de uma casinha de madeira para pássaros (WHITE; STARR, 2013). Esta elevada plasticidade quanto ao local de nidificação e arquitetura do ninho pode ser um indicativo do porque esta espécie ocorre em todas as trilhas, já que ela pode ter ninhos em diversas cavidades nas áreas com maior estrato arbóreo ou em buracos no solo nas áreas campestres, presentes em grande quantidade na trilha Campos devido à ocorrência de muitos termiteiros (observação pessoal). No entanto, é importante ressaltar que nenhum ninho desta espécie foi encontrado ao longo das coletas. Outro fato importante a ser pontuado é esta espécie poder apresentar ninhos de tamanhos avantajados e colônias com um número superior a 4000 indivíduos adultos (RICHARDS,

1978; WHITE; STARR, 2013). Colônias muito grandes necessitam de muitos recursos para sua manutenção e segundo RAW (1998) existe uma forte correlação entre a área de forrageamento e o tamanho da colônia, o que pode indicar que vespas de ninhos de *A. multicta* podem estar forrageando em alguma trilha amostrada, mas não necessariamente esteja nidificando no ambiente amostrado, mas sim em sua borda, o que explicaria a ocorrência de uma abundância extremamente reduzida na trilha Campos, se comparada com as outras trilhas (apenas um indivíduo foi encontrado na trilha Campos, enquanto que, por exemplo, na trilha Cachoeira foram encontrados 67 indivíduos – ver Tabela 9).

Polistes cinerascens é uma espécie com distribuição abrangente no Brasil, com ocorrência da Bahia ao Mato Grosso e no sul e sudeste do país, além de apresentar conhecida ocorrência em regiões de maiores altitudes, como em Pando e Samaipata, na Bolívia a 2000 metros (RICHARDS, 1978), na Serra do Papagaio (Minas Gerais) acima de 1600 metros (SOUZA et al., 2015b) e na Serra do Brigadeiro (Minas Gerais) onde a altitude pode chegar a 1900 metros (SOUZA et al., 2015a). Esta espécie pertence ao gênero *Polistes* que apresenta fundação independente da colônia com ninhos estelocíteros gimnódomos (CARPENTER; MARQUES, 2001). Existem relatos de *P. cinerascens* utilizando-se de diferentes plantas como substrato para nidificação (GIANNOTTI, 1997; SOUZA et al., 2014b), sendo que os relatos de GIANNOTTI (1997) foram todos de ninhos construídos embaixo de folhas na vegetação.

Neste trabalho foram encontrados dois ninhos de *P. cinerascens* em Campos do Jordão, um na trilha Sapucaí e outro na trilha Nebular. Ambos estavam em uma vegetação arbustiva, com o ninho a não mais do que 30 centímetros do solo, sendo que na trilha Sapucaí o ninho estava na parte da trilha composta por campos naturais e na trilha Nebular estava na vegetação rasteira que beira a trilha. A altitude na qual foram encontrados os ninhos foi de 1519 metros para o ninho da trilha Sapucaí e 1905 metros na trilha Nebular, demonstrando a nidificação por parte desta espécie em regiões de elevada altitude. Ambos os ninhos apresentavam o pedúnculo, junto com as células adjacentes cobertos por uma substância com aparência próxima a um verniz

preto brilhante citado por RICHARDS (1978) como característico para a espécie (Figura 15).

Figura 15 - Ninhos de *Polistes cinerascens* encontrados no Parque Estadual de Campos do Jordão nas trilhas Nebular (a) e Sapucaí (b) com a seta vermelha indicando verniz preto que cobre o pedúnculo e células adjacentes.



Polybia fastidiosuscula é uma espécie de vespa que apresenta três morfotipos diferenciáveis pela coloração (RICHARDS, 1978). Esse polimorfismo de cores pode ocorrer na mesma colônia, sendo que não existe qualquer relação entre estas diferentes colorações e castas, idade ou sexo (TECH; MACHADO, 1989a), sendo morfométricas as diferenças entre as castas dessa espécie (TECH; MACHADO, 1989b). Sua distribuição é abrangente no Brasil, no entanto ela não ocorre na região oeste do país (RICHARDS, 1978). Os ninhos desta espécie são como descritos para o gênero, do tipo fragmocítaros, com invólucro protetor e um orifício de acesso no envelope (CARPENTER; MARQUES, 2001). Não foram visualizados ninhos desta espécie durante as coletas, no entanto, é comum observá-la nidificando em ramos de árvores (observação pessoal) ou construções humanas (SOUZA et al., 2010), porém não existem relatos de ninhos de *P. fastidiosuscula* em áreas compostas por campos. Em um estudo sobre a área utilizada por indivíduos desta espécie para busca de recursos, SOUZA et al. (2010) delimitaram como área média de ação um raio de aproximadamente 81 metros de distância do ninho, apesar de ter observado que algumas vespas eram capazes de retornar ao ninho de uma distância de 500 metros do mesmo, o que indica que estes indivíduos já conheciam a área em um raio superior a 500

metros. Dessa forma, apesar de se esperar que as vespas de *P. fastidiosuscula* não se distanciem mais do que um raio de 81 metros do ninho, não se exclui a possibilidade disto ocorrer (SOUZA et al., 2010), indicando que as vespas encontradas na trilha Campos, podem ter sido coletadas em sua área de forrageamento, mas não necessariamente na área de nidificação, o que explica o reduzido número de indivíduos observado na mesma (1,8% da abundância total observada na trilha – ver Tabela 9).

Polybia minarum é uma espécie que ocorre amplamente no sudeste do Brasil e seus ninhos já foram encontrados em arbustos baixos, árvores, laterais de barrancos ou em construções antrópicas (RICHARDS, 1978), o que demonstra uma ampla plasticidade para a construção do ninho e justifica a amplitude da distribuição da espécie nas trilhas. Foram amostrados quatro ninhos desta espécie, sendo que dois ocorreram na trilha Sapucaí, um na trilha Nebular e um fora das trilhas, em uma edificação (Figura 16). Os dois ninhos da trilha Sapucaí e o da trilha Nebular foram encontrados nas vertentes de barrancos que margeavam as trilhas, bastante protegidos entre a vegetação e o solo, sendo um envolto por samambaias, outro por gramíneas e outro por uma vegetação rasteira que estava no barranco. Não foi possível fotografar o ninho da trilha Nebular, devido à falta de luminosidade dentro da cavidade em que se encontrava. É importante ressaltar que na trilha Campos, a ocorrência das vespas foi baixa, quando comparada com as outras trilhas (apenas 2,4% da abundância total amostrada na trilha - Tabela 9), indicando uma possível preferência da espécie por ambientes mais arbustivos para o forrageamento.

Figura 16 - Ninhos de *Polybia minarum* amostrados no Parque Estadual de Campos do Jordão, sendo (a) e (b) o mesmo ninho, encontrado na trilha Sapucaí, ilustrando a dificuldade de visualização do ninho no barranco, (c) outro ninho encontrado na trilha Sapucaí e (d) o ninho encontrado em uma casa dentro do Parque.



Tabela 9 - Abundância das espécies de vespas sociais amostrada nas trilhas no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), sendo que os números em negrito indicam que a espécie ocorreu apenas nesta trilha e os números em azul são referentes à porcentagem que a abundância da espécie representa na trilha em questão (abundância relativa da espécie em cada uma das trilhas).

Espécie	Unidades Amostrais em Campos do Jordão (SP)										Abundância Total	Abundância relativa (%)
	Cachoeira		Campos		Canhambora		Nebular		Sapucaí			
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	67	41,1%	1	0,6%	51	40,8%	7	16,3%	30	15,8%	156	22,64%
<i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	10	6,1%	25	14,9%	1	0,8%	0	0,0%	46	24,2%	82	11,90%
<i>Brachygastera lecheguana</i> (Latreille, 1824)	1	0,6%	16	9,5%	3	2,4%	0	0,0%	0	0,0%	20	2,90%
<i>Mischocyttarus drewseni</i> de Saussure, 1857	3	1,8%	98	58,3%	0	0,0%	0	0,0%	30	15,8%	131	19,01%
<i>Mischocyttarus lanei</i> Zikán, 1949	4	2,5%	1	0,6%	2	1,6%	0	0,0%	16	8,4%	23	3,34%
<i>Polistes billardieri</i> Fabricius, 1804	0	0,0%	8	4,8%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	8	1,16%
<i>Polistes cinerascens</i> de Saussure, 1854	6	3,7%	1	0,6%	8	6,4%	2	4,7%	13	6,8%	30	4,35%
<i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	17	10,4%	3	1,8%	14	11,2%	10	23,3%	14	7,4%	58	8,42%
<i>Polybia flavifrons hecuba</i> Richards, 1951	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	11	25,6%	0	0,0%	11	1,60%
<i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	46	28,2%	4	2,4%	44	35,2%	13	30,2%	34	17,9%	141	20,46%
<i>Polybia paulista</i> H. von Ihering, 1896	0	0,0%	1	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	2	1,1%	3	0,44%
<i>Polybia punctata</i> du Buysson, 1908	2	1,2%	0	0,0%	1	0,8%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,44%
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	0	0,0%	3	1,8%	0	0,0%	0	0,0%	4	2,1%	7	1,02%
<i>Polybia sericea</i> (Oliver, 1791)	1	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,15%
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure, 1854)	6	3,7%	7	4,2%	1	0,8%	0	0,0%	1	0,5%	15	2,18%
Abundância Total	163	100%	168	100%	125	100%	43	100%	190	100%	689	100%
Riqueza total	11		12		9		5		10		15	

Com base nos dados de abundância e riqueza obtidos em cada trilha é possível calcular índices de diversidades para cada uma delas e compará-las a partir das medidas de dominância (Índice de Dominância de Simpson – D) e equitabilidade (J') que ocorre em cada uma, assim como com o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Figura 17).

A medida de dominância, calculada utilizando-se o Índice de Simpson (Simpson 1949 apud MAGURRAN, 2013), gera a probabilidade de duas vespas, coletadas aleatoriamente de uma comunidade infinitamente grande, pertencerem a uma mesma espécie, ou seja, quanto mais elevado for o valor de D, menor é a diversidade da comunidade amostrada. Percebe-se dessa forma que, apesar de apresentar a maior riqueza dentre as trilhas, a trilha Campos é a que apresenta o maior índice de dominância ($D_{\text{Campos}}=0,377$), indicando dessa forma uma diversidade de vespas muito baixa, com uma espécie (no caso, *Mischocyttarus drewseni* - Tabela 4) dominando este ambiente. A trilha Sapucaí apresentou uma riqueza menor do que as trilhas Cachoeira e Campos, no entanto se mostrou ser a trilha mais diversa, com índice de diversidade de Shannon (H') igual a 1,975, sendo este o maior valor de diversidade obtido dentre as trilhas. Este elevado índice se deve ao fato da dominância das espécies ser baixa ($D_{\text{Sapucaí}}=0,158$), da mesma forma que a uniformidade da amostra é elevada ($J'_{\text{Sapucaí}}=0,858$). A trilha Sapucaí apresenta ambientes que se complementam, podendo ter espécies que ocorrem tanto nos ambientes típicos de campos naturais, quanto em ambientes com estrato arbóreo alto, o que neste caso viabiliza uma maior diversidade de espécies, que podem tanto nidificar nos diferentes micro-habitats quanto forragear nos mesmos. Dessa forma podem ocorrer espécies que seriam dominantes nas vegetações baixas, assim como as dominantes nos estratos arbóreos elevados, gerando uma uniformidade dentre as abundâncias das diferentes espécies. Este fenômeno é comprovado quando se junta todas as amostras, gerando uma única lista de espécies para o Parque. Quando se avalia as cinco trilhas juntas, obtêm-se o maior índice de diversidade de Shannon ($H'_{5\text{Trilhas}}=2,096$), indicando que, juntos, os ambientes se complementam, da mesma forma como ocorre na trilha Sapucaí, não tendo então uma espécie que seja dominante em todos os ambientes amostrados, o que é indicado pelo baixo índice de dominância calculado ($D_{5\text{Trilhas}}=0,155$). Para comprovar que o

índice de diversidade de Shannon (H') da trilha Sapucaí é estatisticamente diferente dos obtidos nas outras trilhas, comparou-se a diversidade de Shannon das trilhas aos pares utilizando-se o teste t-Student (Tabela 10), obtendo como resultado que a diversidade (H') da trilha Sapucaí é estatisticamente diferente das outras quatro trilhas, enquanto que as trilhas Campos, Canhambora e Nebular que apresentam índices muito próximos (1,454, 1,426 e 1,488) não sendo diferentes significativamente quando avaliadas aos pares, apesar da grande diferença na composição das espécies aqui já demonstrada.

Figura 17 - Gráficos de medidas de diversidade das vespas sociais amostradas nas trilhas Campos, Cachoeira, Sapucaí, Canhambora e Nebular e na amostra obtida nas cinco trilhas somadas (5 Trilhas), sendo estas medidas: Riqueza (S), Índice de Dominância de Simpson (D), Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade (J').

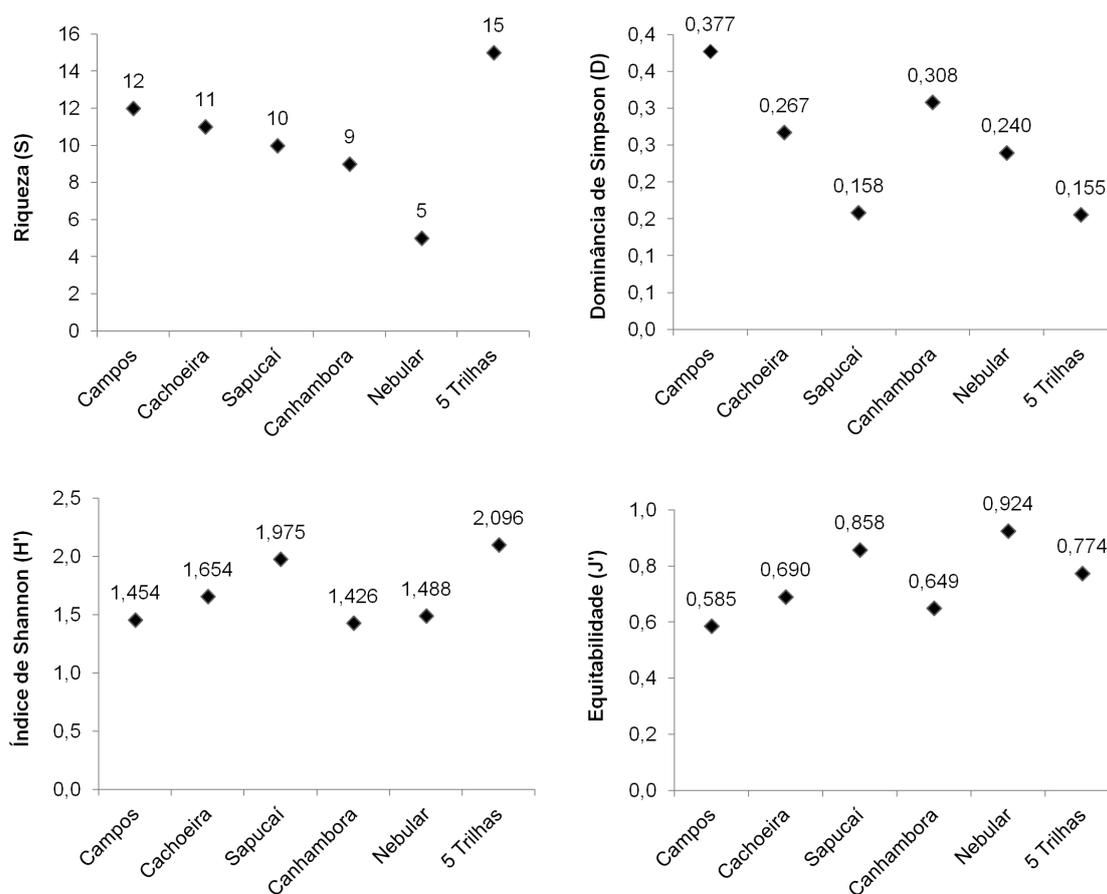
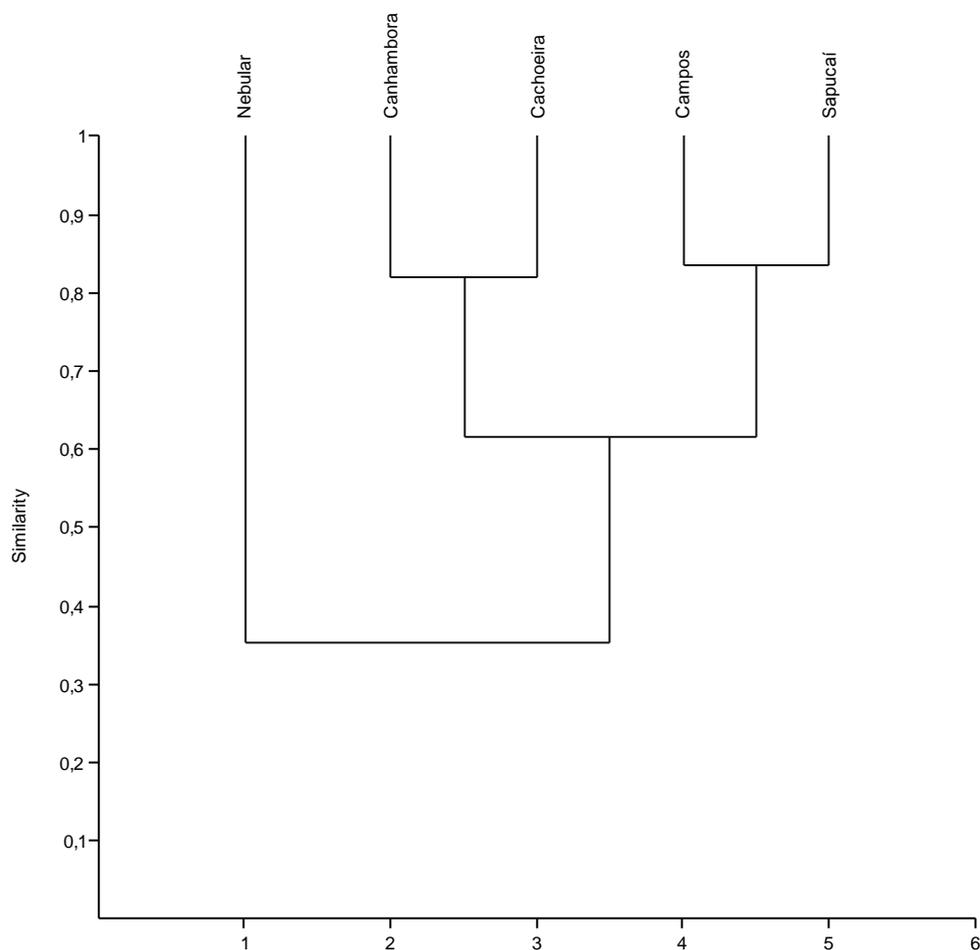


Tabela 10 - Resultados da análise do teste t-Student da diversidade de Shannon-Wiener das trilhas Cachoeira, Campos, Canhambora, Sapucaí e Nebular aos pares realizada como o programa DivEs – Diversidade de Espécies V3.0, indicando na ultima linha de cada resultado se há ou não diferença significativa entre a diversidade de Shannon-Wiener de cada par.

	Cachoeira	Campos	Canhambora	Sapucaí
Campos	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1243 Valor de t: 1,6055 Valor de v (GL): 323 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 323): 1,967 Não há diferença significativa			
Canhambora	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1154 Valor de t: 1,9717 Valor de v (GL): 280 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 280): 1,968 Há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1264 Valor de t: 0,2217 Valor de v (GL): 293 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 293): 1,968 Não há diferença significativa		
Sapucaí	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,0916 Valor de t: 3,5108 Valor de v (GL): 259 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 259): 1,968 Há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1051 Valor de t: 4,9593 Valor de v (GL): 240 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 240): 1,969 Há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,0944 Valor de t: 5,8161 Valor de v (GL): 196 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 196): 1,972 Há diferença significativa	
Nebular	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,101 Valor de t: 1,6409 Valor de v (GL): 177 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 177): 1,973 Não há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1134 Valor de t: 0,2984 Valor de v (GL): 201 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 201): 1,969 Não há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1036 Valor de t: 0,5973 Valor de v (GL): 160 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 160): 1,975 Não há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,0761 Valor de t: 6,4033 Valor de v (GL): 94 [P= 0,050042] Valor T Tabela t($\alpha=0,05$)(2, 94): 1,986 Há diferença significativa

Quando a riqueza amostrada em cada trilha é comparada por meio do coeficiente de similaridade de Jaccard, gerando um dendograma (Figura 18), é possível visualizar a formação de dois distintos grupos com maior similaridade entre si, onde a riqueza amostrada na trilha Canhambora e na trilha Cachoeira apresentam um coeficiente maior do que 0,8 de similaridade entre si, sendo que o mesmo ocorre com as trilhas Campos e Sapucaí. A trilha Nebular se distingue visivelmente quanto a sua riqueza de vespas sociais destes dois grupos, apresentando índice de similaridade menor do que 0,4 com o grupo formado pelas outras quatro trilhas. As trilhas podem ser separadas desta mesma forma quanto as suas características ambientais que podem influenciar a disponibilidade de locais de nidificação, com as trilhas Canhambora e Cachoeira com predomínio de estrato arbustivo alto e denso e presença de um corpo d'água em suas proximidades, enquanto as trilhas Campos e Sapucaí apresentam áreas campestres e abertas, apesar de a trilha Sapucaí apresentar esse tipo de ambiente em menor escala, não é possível visualizar esta diferença apenas analisando-se a riqueza amostrada. A trilha Nebular, que ocorre em uma altitude maior do que as outras trilhas e apresenta clima e vegetação diferentes destas também apresentou uma composição da riqueza de espécie característica, individualizando esta trilha na análise.

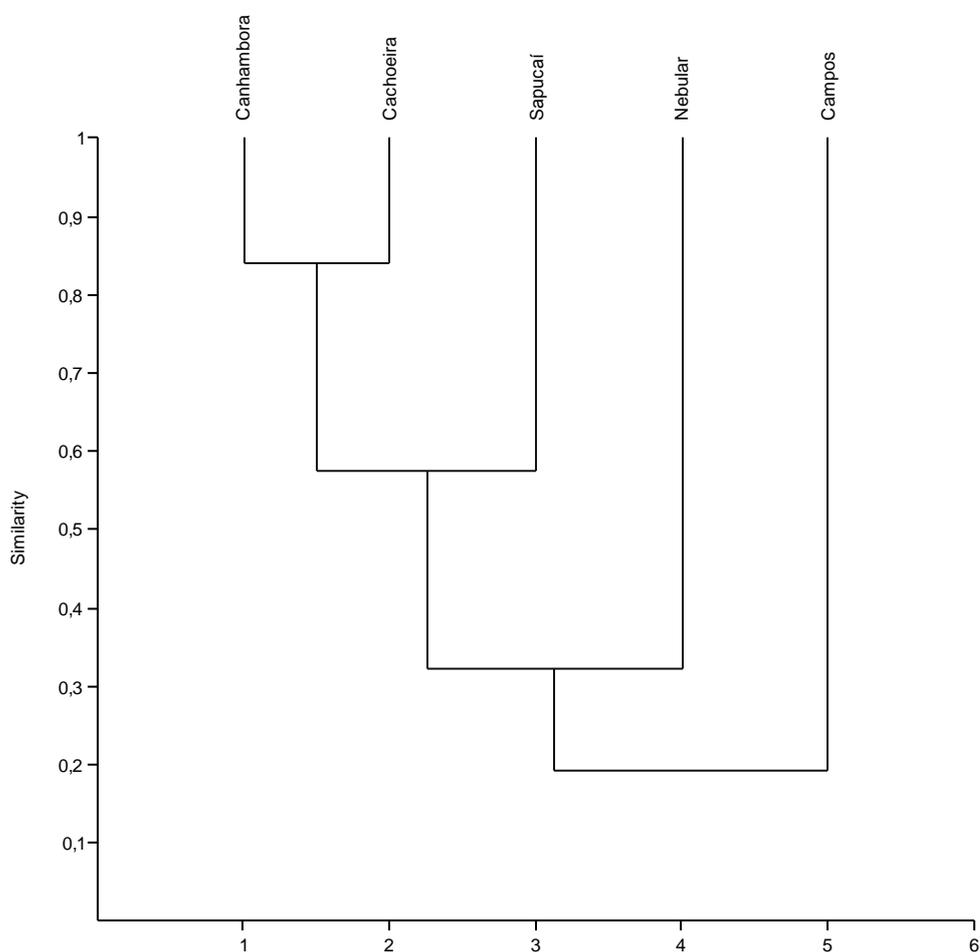
Figura 18 - Análise de agrupamento calculada com o coeficiente de similaridade de Jaccard (Programa PAST – algoritmo: grupo pareado) entre as riquezas obtidas nas cinco trilhas amostradas em Campos do Jordão: Cachoeira, Campos, Canhambora, Sapucaí e Nebular.



Quando um outro dendrograma é elaborado utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis, obtém-se um resultado diferente (Figura 19), uma vez que este índice faz uso tanto dos dados de riqueza quanto dos dados de abundância da amostra, gerando medidas de similaridade baseadas em dados quantitativos (MAGURRAN, 2013). Neste dendrograma (Figura 19) ocorre a formação de um grupo distinto, formado novamente pelas trilhas Cachoeira e Canhambora (0,84), indicando elevada similaridade entre a composição das amostras obtidas nas trilhas, fato esperado devido à semelhança no estrato arbóreo, presença de corpo d'água e altitudes das mesmas. Este grupo é ainda similar com um coeficiente maior do que 0,5 com a amostra obtida na trilha Sapucaí, no entanto percebe-se que as trilhas Nebular e Campos apresentam

composição das amostras bastante diferente destas áreas, o que pode ser justificado pela baixa abundância de indivíduos coletados na trilha Nebular, além da já citada diferente composição da riqueza desta trilha e a diferente composição da amostra obtida em Campos, que tem, ao contrário do observado nas outras trilhas, elevada abundância de uma espécie de *Mischocyttarus* e baixa abundância de espécies enxamentantes.

Figura 19 - Análise de agrupamento calculada com o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Programa PAST – algoritmo: grupo pareado) entre as amostras (riqueza e abundância) de vespas sociais obtidas nas cinco trilhas em Campos do Jordão: Cachoeira, Campos, Canhambora, Sapucaí e Nebular.



6. Conclusão

Apesar de a riqueza estimada para as áreas amostradas ser muito próxima da riqueza observada, a ocorrência de espécies exclusivamente nas coletas em áreas de construções antrópicas, assim como a facilidade de encontrar ninhos nestas construções, indicam que a realização de coletas em uma trilha com edificações poderia ampliar a riqueza amostrada no Parque.

Dentre os inventários de vespas sociais aqui comparados, a riqueza mais próxima à amostrada em Campos do Jordão foi a obtida na Serra do Papagaio, no trabalho de SOUZA et al. (2015b), resultado que confirma a semelhança entre os ambientes amostrados nos dois locais.

A ocorrência das espécies *A. multipicta* e *P. fastidiosuscula* em todas as trilhas assim como nos outros inventários utilizados neste trabalho de forma comparativa (TOGNI et al., 2014; ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b) indicam a elevada plasticidade destas espécies, que podem ser encontradas forrageando em ambientes bastante diversos quanto ao clima e altitude e também quanto à composição da vegetação, podendo ser, dessa forma caracterizadas, segundo SOUZA e ZANUNCIO (2012), como vespas euriécias, ou seja, vespas com ampla valência ecológica.

O predomínio de espécies da tribo Epiponini em inventários de fauna, quanto à abundância geral, é característico de áreas de mata. No entanto, quando uma área é composta por vegetação herbácea e graminosa esse predomínio pode ser menos acentuado, já que o ambiente não fornece os recursos necessários para nidificação de muitas espécies dessa tribo.

A composição das comunidades de vespas amostradas nas diferentes trilhas se mostraram diferentes de acordo com as características do estrato da vegetação, sendo que as trilhas mais parecidas quanto a estas características apresentaram elevado coeficiente de similaridade. Dentre as trilhas amostradas, a que apresentou maior índice de diversidade foi a trilha Sapucaí, que atravessa áreas compostas tanto por áreas campestres quanto áreas de mata alta, como a mata de *Araucaria*, além de ocorrer próxima a um corpo d'água, indicando uma composição da vegetação muito heterogênea, o que justifica a elevada diversidade de vespas sociais, quando comparada com as outras trilhas. O conjunto composto pelas espécies de todas as trilhas gera um

ambiente que apresenta também um elevado índice de diversidade e uma comunidade bastante uniforme quando comparadas com as amostras de cada trilha, sendo estes ambientes, portanto, únicos, complementares e importantes para a manutenção da comunidade de vespas sociais do Parque Estadual de Campos do Jordão.

7. Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, C. H. B.; SOUZA, M. M.; CLEMENTE, M. A. Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 131-138. 2015.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M. A phylogenetic analysis of the social wasp genus *Brachygastra* Perty, 1833, and description of a new species (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3753, p. 1-38. 2012.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M.; NOLL, F. B. A phylogenetic analysis of *Synoeca* de Saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). **Entomologica Americana**, v. 115, n. 1, p. 81-89. 2009.
- ANDENA, S. R.; NOLL, F. B.; CARPENTER, J. M.; ZUCCHI, R. Phylogenetic analysis of the neotropical *Pseudopolybia* de Saussure, 1863, with description of the male genitalia of *Pseudopolybia vespiceps* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3586, p. 1-11. 2007.
- ARAB, A.; CABRINI, I.; ANDRADE, C. F. S. D. Diversity of Polistinae wasps (Hymenoptera, Vespidae) in fragments of Atlantic Rain Forest with different levels of regeneration in southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 515-525. 2010.
- CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, v. 7, n. 1, p. 11-38. 1982.
- CARPENTER, J. M.; RASNITSYN, A. P. Mesozoic Vespidae. **Psyche**, v. 97, n. 1-2, p. 1-20. 1990.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea)**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, 2001. 147p.
- COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. User's Guide and application published at: <<http://purl.oclc.org/estimates>> 2009.
- DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. **Seasonality of vespid species (Hymenoptera : Vespidae) in a central Brazilian cerrado**. Revista De Biologia Tropical. 46: 109-114 p. 1998.
- GIANNOTTI, E. Biology of the wasp *Polistes (Epicnemius) cinerascens* Saussure (Hymenoptera: Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 61-67. 1997.

- GIANNOTTI, E. On the nest of *Agelaia multipicta* (Haliday, 1836) and description of the mature larva (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 42, n. 3/4, p. 97-99. 1998.
- GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 428-431. 2009.
- GOMES, L.; GOMES, G.; OLIVEIRA, H. G.; MORLIN, J. J.; DESUO, I. C.; QUEIROZ, M. M. C.; GIANNOTTI, E.; VON ZUBEN, C. J. Occurrence of Hymenoptera on *Sus scrofa* carcasses during summer and winter seasons in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 394-396. 2007.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica*. 4: 9pp. p. 2001.
- HENRIQUES, R. P. B.; ROCHA, I. R. D.; KITAYAMA, K. Nest density of some social wasp species in cerrado vegetation of central Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Entomologia Generalis**, v. 17, n. 4, p. 265-268. 1992.
- HUNT, J. H. **The evolution of social wasps**. Oxford University Press, 2007. 259p.
- INSTITUTO FLORESTAL. Inventário Florestal da Cobertura Vegetal Nativa do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/noticias/MAPA.pdf>
- JEANNE, R. L. Social biology of the neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of The Museum of Comparative Zoology**, v. 144, p. 63-150. 1972.
- KUMAR, A.; LONGINO, J. T.; COLWELL, R. K.; O'DONNELL, S. Elevational patterns of diversity and abundance of eusocial paper wasps (Vespidae) in Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 3, p. 338-346. 2009.
- LIMA, A. C. O.; CASTILHO-NOLL, M. S. M.; GOMES, B.; NOLL, F. B. Social wasp diversity (Vespidae, Polistinae) in a forest fragment in the northeast of São Paulo state sampled with different methodologies. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 613-623. 2010.
- LOCHER, G. A.; TOGNI, O. C.; SILVEIRA, O. T.; GIANNOTTI, E. The Social Wasp Fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 225-233. 2014.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora UFPR, 2013. 261p.
- MECHI, M. R. **Levantamento da fauna de vespas aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado**. 1996. 237p p. (Doutorado em Ciências, área de

- concentração em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.
- MECHI, M. R. Comunidade de vespas Aculeata (Hymenoptera) e suas fontes florais. In: PIVELLO, V. R.;VARANDA, E. M. (Ed.). **O cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassununga**. São Paulo: SMA, 2005. cap. 19, p.256-266.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792. 2000.
- MORETTI, T. C.; THYSSEN, P. J.; GODOY, W. A. C.; SOLIS, D. R. Necrophagy by the social wasp *Agelaia pallipes* (Hymenoptera : Vespidae, Epiponini): Possible forensic implications. **Sociobiology**, v. 51, n. 2, p. 393-398. 2008.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858. 2000.
- OLIVEIRA, O. A. L. D.; NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Foraging behavior and colony cycle of *Agelaia vicina* (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 19, n. 1, p. 4-11. 2010.
- PICANÇO, M.; CASALI, V. W. D.; OLIVEIRA, I. R.; LEITE, G. L. D. Himenópteros associados a *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 821-829. 1997.
- PICKETT, K. M.; WENZEL, J. W. Revision and cladistic analysis of the nocturnal social wasp genus, *Apoica* Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3562, p. 1-30. 2007.
- PREZOTO, F.; CLEMENTE, M. A. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota, Belo Horizonte**, v. 3, n. 4, p. 22-32. 2010.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; CORTES, S. A. O.; ELISEI, T. Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. In: PINTO, A. D. S.;ROSSI, M. M.;SALMERON, E. (Ed.). **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba: Editora CP2, 2007. p.123-126.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; GUIMARÃES, D. L.; ELISEI, T. Vespas sociais e o controle biológico de pragas: atividade forrageadora e manejo das colônias. In: VILELA, E. F.;SANTOS, I. A. D.;SCHOEREDER, J. H.;SERRÃO, J. E.;CAMPOS, L. A. D. O.;LINO-NETO, J. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora UFV, 2008. cap. 26, p.413-427.
- RAW, A. Population densities and biomass of neotropical social wasps (Hymenoptera, Vespidae) related to colony size, hunting range and wasps size. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 815-822. 1998.

- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009.
- RICHARDS, O. W. **The social wasps of the Americas excluding the Vespinae**. London: British Museum (Natural History), 1978. 580p.
- RODRIGUES, W. C. **DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário**. Entomologistas do Brasil. Disponível em: <Erro! A referência de hiperlink não é válida.> 33 p. 2015.
- SEIBERT, P.; NEGREIROS, O. C.; BUENO, R. A.; EMMERICH, W.; MOURA-NETTO, B. V.; MARCONDES, M. A. P.; CESAR, S. F.; GUILLAUMON, J. R.; MONTAGNA, R. G.; BARRETO, R. A. A.; NOGUEIRA, J. C. B.; GARRIDO, M. A. O.; MELLO-FILHO, L. E.; EMMERICH, M.; MATTOS, J. R.; OLIVEIRA, M. C.; GODOI, A. Plano de Manejo do P. E. de Campos do Jordão. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 19, p. 1-148. 1975.
- SILVEIRA, O. T. Revision of the subgenus *Kappa* de Saussure of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym.; Vespidae, Polistinae, Mischocyttarini). **Zootaxa**, v. 1321, p. 3-108. 2006.
- SILVEIRA, O. T. Phylogeny of wasps of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 510-549. 2008.
- SOUZA, A. R.; ROCHA, M.; NETTO, P.; VENÂNCIO, D.; PREZOTO, F. Preliminary homing ability study of *Polybia fassidiosuscula* (Hymenoptera: Vespidae) workers. **Sociobiology**, v. 56, n. 1, p. 133-136. 2010.
- SOUZA, M. M.; ZANUNCIO, J. C. **Marimbondos: Vespas sociais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. 79p.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; PREZOTO, F. Seasonal richness and composition of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in areas of Cerrado biome in Barroso, Minas Gerais, Brazil. **Biosci. J.**, v. 30, n. 2, p. 539-545. 2014a.
- SOUZA, M. M.; SILVA, M. J.; SILVA, M. A.; ASSIS, N. R. G. A capital dos marimbondos - vespas sociais Hymenoptera, Vespidae do município de Barroso, Minas Gerais. **MG Biota**, v. 1, n. 3, p. 24-38. 2008.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; ELPINO-CAMPOS, A.; LOUZADA, J. N. C. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of rio das Mortes in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 36, n. 2, p. 189-196. 2014b.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; SILVA-FILHO, R.; LADEIRA, T. E. Community of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Semideciduous Seasonal Montane Forest. **Sociobiology**, v. 62, n. 4, p. 598-603. 2015a.

- SOUZA, M. M.; SILVA, H. N. M.; DALLO, J. B.; MARTINS, L. F.; MILANI, L. R.; CLEMENTE, M. A. Biodiversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) at altitudes above 1600 meters in the Parque Estadual da Serra do Papagaio, State of Minas Gerais, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 3, p. 174-179. 2015b.
- SOUZA, M. M. D.; PIRES, E. P.; FERREIRA, M.; LADEIRA, T. E.; PEREIRA, M.; ELPINO-CAMPOS, Á.; ZANUNCIO, J. C. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota**, v. 5, n. 1, p. 4-20. 2012.
- SPRADBERY, J. P. **Wasps: An account of the biology and natural history of solitary and social wasps**. Seattle: University of Washington Press, 1973. 408p.
- SÜHS, R. B.; SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A.; PUTZKE, J. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schnus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 2, p. 138-143. 2009.
- TANAKA JUNIOR, G. M.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps on Semideciduous Seasonal Forest fragments with different surrounding matrix in Brazil. **Psyche**, v. 2011. 2011.
- TECH, G. M.; MACHADO, V. L. L. Análise populacional de colônias de *Polybia (Myrapetra) fastidiosuscula* Saussure, 1854 (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n. 3/4, p. 429-446. 1989a.
- TECH, G. M.; MACHADO, V. L. L. Análises morfológicas em colônias de *Polybia (Myrapetra) fastidiosuscula* Saussure, 1854 (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n. 3/4, p. 447-454. 1989b.
- TOGNI, O. C.; LOCHER, G. A.; GIANNOTTI, E.; SILVEIRA, O. T. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) in an Area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10-17. 2014.
- WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Ed.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, 1991. p.480-519.
- WENZEL, J. W. A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). **American Museum Novitates**, v. 3224, p. 1-39. 1998.
- WHITE, S.; STARR, C. K. Comings and goings of *Agelaia multipicta* (Hymenoptera: Polistinae) in Trinidad, West Indies. **Living World, J. Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club**, v. Nature Notes, p. 59-60. 2013.
- WILSON, E. O. **Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects**. Oldendorf/Luhe: Ecology Intitute, 1990. 104pp.

ZIKÁN, J. F. **O gênero *Mischocyttarus* Saussure (Hym. Vespidae), com descrição de 82 espécies novas.** Estado do Rio de Janeiro: Parque Nacional do Itatiaia, 1949. 251p.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F.; NOLL, F. B.; MECCHI, M. R.; MATEUS, S.; BAILO, M. V.; SHIMA, S. N. *Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, p. 129-137. 1995.

IV. CAPÍTULO 2

**Vespas Sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae)
de Pindamonhangaba**

Sumário

1.	Resumo	87
2.	Introdução.....	88
3.	Objetivos.....	90
4.	Material e Métodos	91
4.1.	Áreas de coleta	91
4.2.	Método de coleta.....	97
4.3.	Autorizações de coleta	97
4.4.	Identificação do material	98
4.5.	Análises.....	98
5.	Resultados e Discussões	101
6.	Conclusão.....	126
7.	Referência Bibliográfica.....	127

1. Resumo

O bioma Mata Atlântica vem sendo recentemente bastante estudado quanto à diversidade de vespas sociais, no entanto ainda existem lacunas que devem ser preenchidas quanto à diversidade destes himenópteros. O objetivo deste estudo foi realizar um inventário de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em Pindamonhangaba, abrangendo áreas no forte da Serra da Mantiqueira e utilizar os dados obtidos em comparações entre inventários realizados em regiões com predomínio de Mata Atlântica. Para isto foram demarcadas quatro trilhas de um quilômetro cada e realizadas cinco repetições de coleta ativa em cada uma. Um total de 478 indivíduos pertencentes a 34 espécies de vespas sociais foram encontrados nas trilhas. *Polistes deceptor* foi coletada apenas fora das trilhas, no entanto ainda dentro dos limites do município, aumentando a riqueza total amostrada em Pindamonhangaba para 35 espécies de vespas sociais. Dentre os inventários comparados, o que apresentou riqueza com maior similaridade à riqueza de Pindamonhangaba foi o inventário realizado em São Gonçalo do Sapucaí, que apresenta altitudes semelhantes, no entanto não é o inventário localizado mais próximo à área. As espécies mais abundantes nas coletas foram *Polistes versicolor*, *Agelaia vicina* e *Mischocyttarus rotundicollis*. Espécies consideradas comuns na região, como *Agelaia multipicta*, *Polybia fastidiosuscula* e *Mischocyttarus cassununga* e outras muito encontradas em ambientes urbanizados, como *A. vicina* e *Plt. versicolor* foram amostradas em Pindamonhangaba, assim como espécies com ocorrência inédita para o Estado (*Mischocyttarus declaratus* e *M. funerulus*), além de espécies com poucos registros em inventários, como é o caso de *Mischocyttarus paulistanus*, *M. parallelogrammus*, *M. hoffmanni*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes deceptor* e *Polybia lugubris*. Essa composição da comunidade de vespas sociais da área amostrada indica-a como única quanto à diversidade de vespas sociais e muito importante como referência para os futuros estudos sobre estes insetos na região.

Palavras-chave: Serra da Mantiqueira, Vespídeos, *Mischocyttarus*, Diversidade, Riqueza.

2. Introdução

Os insetos são animais muito importantes para os ecossistemas e a conservação deste grupo de artrópodes tem uma função primordial na manutenção da diversidade dos processos ecológicos da qual toda vida depende. No entanto a falta de detalhes sobre a biologia de muitas espécies de insetos gera certa dificuldade em avaliar a contribuição que cada uma dessas espécies tem em um cenário tão integrado (SAMWAYS et al., 2011).

Para a sociedade humana, uma grande quantidade de insetos é também extremamente valiosa do ponto de vista econômico, atuando como polinizadores de culturas; predadores de pragas agrícolas; produtores de mel, seda e outros produtos de valor comercial; além de muitos servirem de alimento a animais úteis à população humana; ou serem úteis na produção de remédios e objetos de estudos na pesquisa científica. Além dessa importância de caráter positivo à humanidade, alguns insetos, no entanto, apresentam também papel prejudicial à sociedade, causando perdas na agricultura, pecuária e produtos estocados, além de disseminar doenças (SPRADBERRY, 1973; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005).

Hymenoptera é uma ordem muito abundante dentre os insetos que, do ponto de vista econômico, provavelmente apresenta os maiores benefícios para a humanidade, já que contém a grande maioria das espécies de parasitóides e predadores de insetos pragas, além dos mais importantes polinizadores (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005). Esta ordem é composta pelos insetos conhecidos popularmente como formigas, abelhas e vespas. As vespas vêm sendo um objeto de estudo muito admirado pelos pesquisadores, principalmente na área de comportamento animal, já que é um grupo que apresenta espécies desde solitárias até eussociais (EVANS; WEST-EBERHARD, 1970; WILSON, 1990; HUNT, 2007).

A família Vespidae pertence à subordem Apocrita e é dividida em sete subfamílias, sendo que a única subfamília composta por vespas com comportamento social que ocorre no Brasil é a subfamília Polistinae (CARPENTER, 1982; CARPENTER; RASNITSYN, 1990; CARPENTER; MARQUES, 2001), que apresenta uma grande diversidade, com mais de 300 espécies, ou seja, mais de 30% das espécies de vespas sociais descritas no mundo (PREZOTO et al., 2007). Devido à importância que vêm sendo atribuída a este grupo de insetos e esta

elevada diversidade de espécies, os inventários de vespas sociais no país estão aumentando em número, abrangendo diferentes regiões, ambientes e biomas do Brasil. O bioma Mata Atlântica vem sendo recentemente bastante explorado quanto à diversidade destes himenópteros (MELO et al., 2005; HERMES; KÖHLER, 2006; SANTOS et al., 2007; SOUZA et al., 2008; GOMES; NOLL, 2009; ARAB et al., 2010; CORÓ, 2010; LIMA et al., 2010; PREZOTO; CLEMENTE, 2010; TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011; SOUZA et al., 2012b; AUKO; SILVESTRE, 2013; LOCHER et al., 2014; TOGNI et al., 2014; ALBUQUERQUE et al., 2015; CLEMENTE, 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b; ARAGÃO; ANDENA, 2016; VIRGÍNIO et al., 2016), com a maior parte destes inventários tendo sido realizados no sudeste do país.

A Mata Atlântica apresenta apenas 7,5% de sua extensão original e o que resta da floresta ainda encontra-se sob intensa pressão antrópica, já que apenas 35,9% da área restante de mata estão caracterizados como área de proteção ambiental, sendo este Bioma considerado um dos 25 *hotspots* do mundo (MYERS et al., 2000). Com a destruição em massa sofrida por este bioma e a enorme quantidade de espécies endêmicas existentes, muitas espécies provavelmente foram extintas antes mesmo de serem descobertas (MORELLATO; HADDAD, 2000) e, dessa forma, o estudo de diversidade de fauna torna-se de elevada importância em áreas deste bioma.

3. Objetivos

O objetivo deste estudo foi realizar um inventário de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em áreas na zona rural de Pindamonhangaba, abrangendo dessa forma uma região de altitudes baixas no forte da Serra da Mantiqueira. Os dados de diversidade obtidos para a área foram comparados com inventários de vespas sociais realizados em outras regiões pertencentes ao Bioma Mata Atlântica, localizados em regiões próximas à área de coleta.

4. Material e Métodos

4.1. Áreas de coleta

Até 2001 o município de Pindamonhangaba, localizado na região leste do Estado de São Paulo (22°55'30.25"S, 45°27'54.32"O), apresentava 19,36% de cobertura vegetal original em relação à área do município, sendo as principais áreas nas serras da Mantiqueira e Quebra Cangalha (INSTITUTO FLORESTAL, 2001). A vegetação encontrada no município pertence ao Bioma Mata Atlântica (CALDAS, 2003), compreendendo áreas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista nas regiões mais altas nas serras, Floresta Estacional Semidecidual nos fortes das serras e vale e alguns pontos isolados de Savana (Cerrado) (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

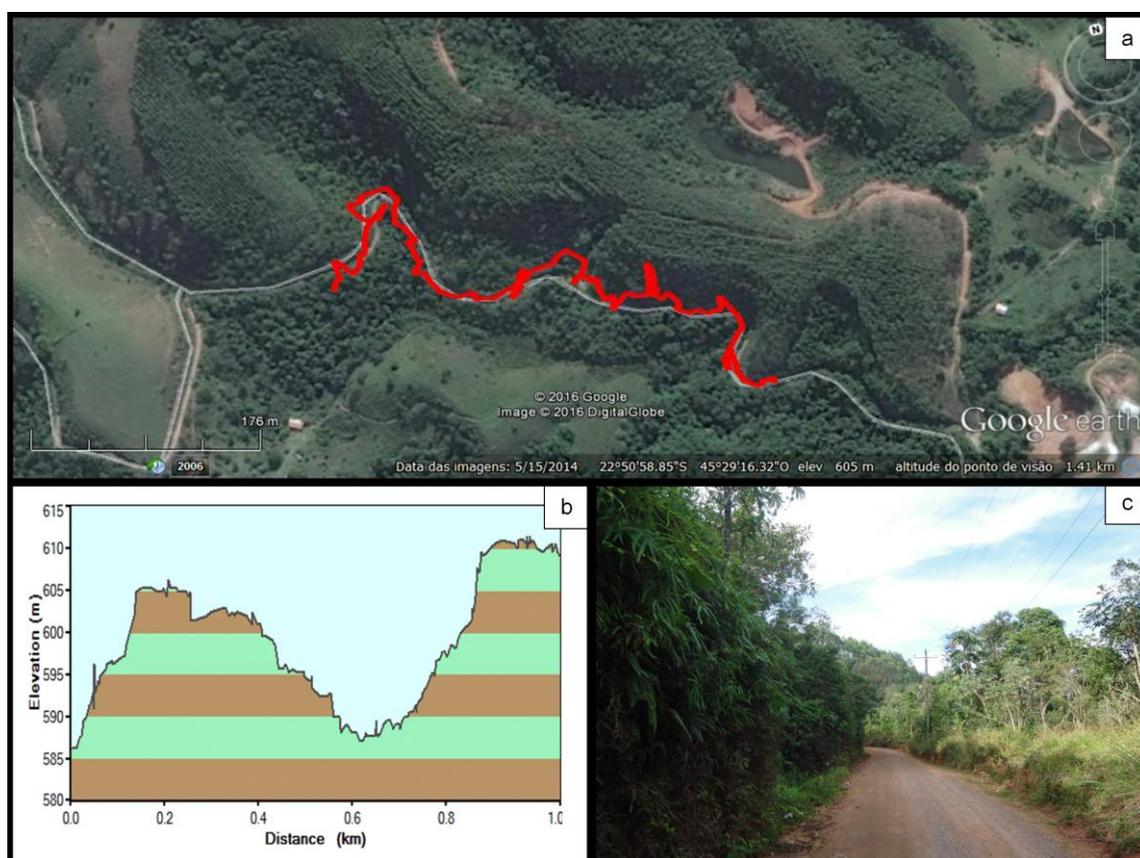
Quatro trilhas de um quilômetro foram demarcadas com o uso de um GPS (Global Position System) no forte da Serra da Mantiqueira na zona rural de Pindamonhangaba, na região noroeste do município (Figura 1). Segundo o mapa de Coberturas Vegetais dos Biomas Brasileiros (2006), nesta região se misturam áreas de Mata Ombrófila Denso Montana, área utilizadas para agricultura e pastagens (pecuária) e áreas de reflorestamentos. Apenas uma das trilhas amostradas não se encontra localizada na APA - Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira segundo o Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo (2000), sendo que as outras três ocorrem em fragmentos de mata que fazem parte desta APA Federal criada em 1985, pelo decreto Federal nº 91.304.

Figura 1 - Imagem de satélite obtida com o programa GoogleEarth da base da Serra da Mantiqueira, indicando a localidade das trilhas Mãe d'água, Nova Gokula, Pesq. Estrada e Pesq. Mata na zona rural de Pindamonhangaba, SP.



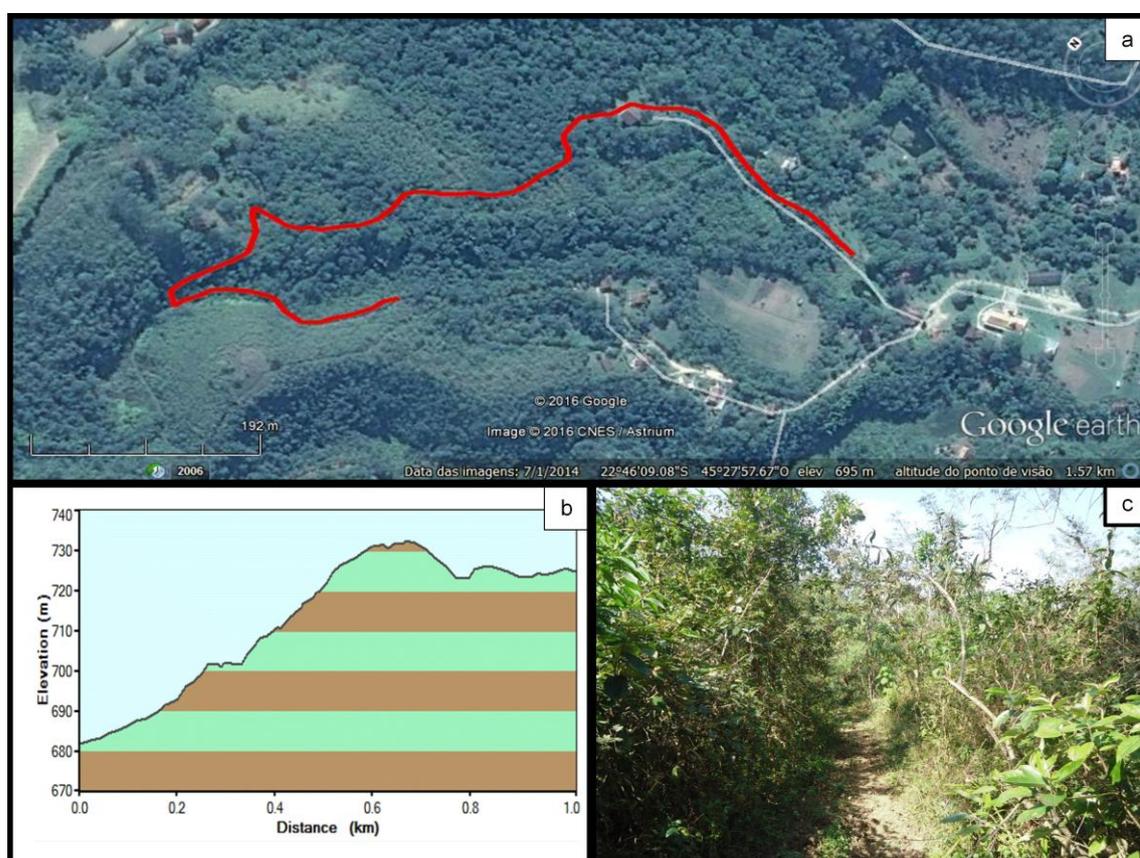
A trilha na estrada do Sitio Mãe d'água (Figura 2), que será denominada como "Mãe d'água", se localiza em uma região bastante alterada quanto à vegetação, com muitas plantações de eucalipto e pastagens no entorno e consiste numa estrada de terra para trânsito de veículos, utilizada pela comunidade local. A trilha se encontra em um pequeno fragmento de mata secundária, com plantações de eucaliptos e pastagens nas bordas, sendo possível inclusive visualizar eucaliptos da trilha. Na margem interna da trilha ocorrem gramíneas e alguns barrancos cobertos por pteridófitas (Figura 2 c). Na trilha ocorre uma nascente de água, no entanto o riacho não a acompanha em toda sua extensão. A altitude varia de 586 a 611 m de altitude e esta é a trilha localizada mais ao sul da zona rural noroeste de Pindamonhangaba, sendo ela a mais próxima da zona urbana. Não existem quaisquer edificações ao longo do quilômetro analisado, com exceção da ocorrência de postes de eletricidade e cercas (de madeira ou concreto). As coordenadas geográficas centrais da trilha são: 22°50'59.16"S e 45°29'16.88"O.

Figura 2 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha "Mãe d'água" (Pindamonhangaba, SP); b) Variação de altitude ao longo da trilha "Mãe d'água"; c) Trecho da trilha "Mãe d'água".



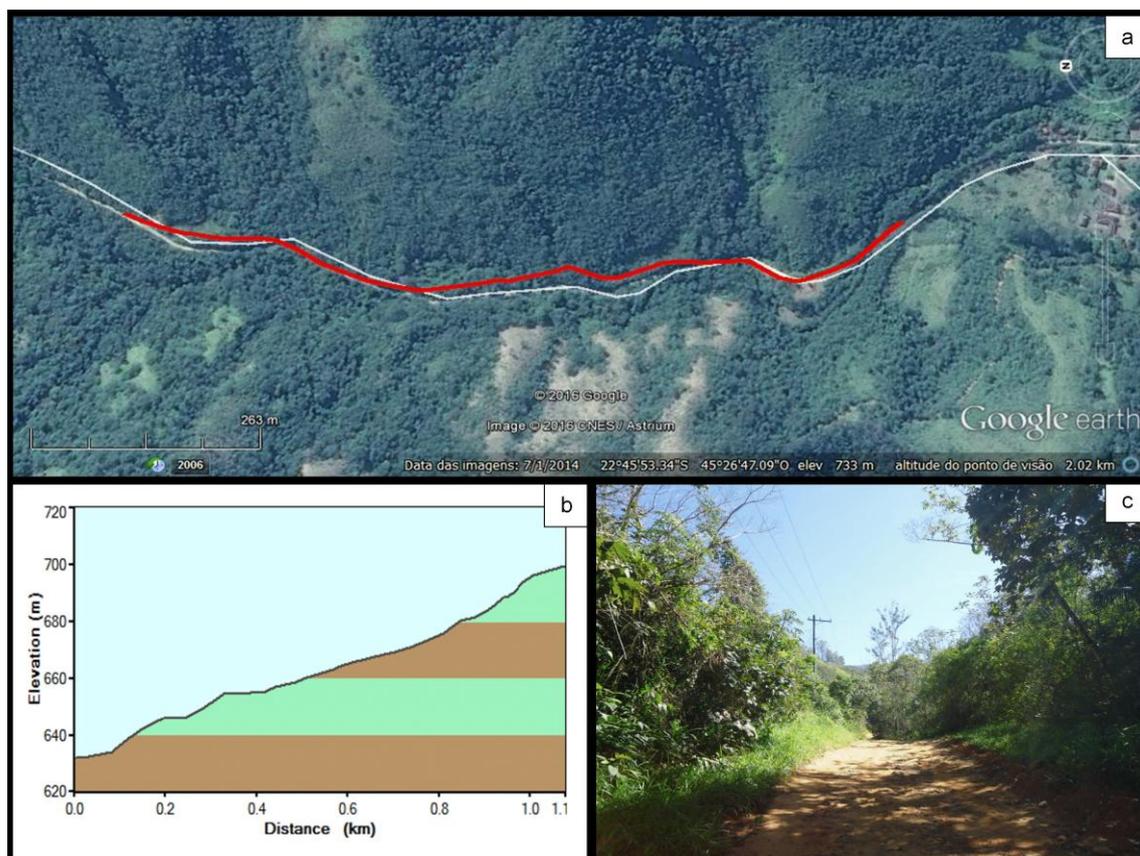
A trilha na Fazenda Nova Gokula (Figura 3), a partir daqui denominada como “Nova Gokula”, se encontra na base da Serra da Mantiqueira em uma Área de Proteção Ambiental (APA da Serra da Mantiqueira) onde funciona a ASMF-NG, Área de Soltura e Monitoramento de Fauna de Nova Gokula, reconhecida pelo IBAMA. A trilha é estreita e utilizada por pessoas da comunidade para caminhadas, sendo que a altitude varia de 680 a 732 m de altitude. É composta por matas secundárias e margeia um riacho por aproximadamente 400 m, onde ocorre mata ciliar. A trilha passa por duas construções antrópicas de porte pequeno, sendo que não foram coletados indivíduos ou ninhos dentro das construções, apenas nos jardins das mesmas. Na margem interna da trilha ocorrem, em alguns pontos, gramíneas e alguns barrancos cobertos por pteridófitas. O fragmento no qual a trilha está inserida apresenta plantações de eucaliptos, pastos e áreas com edificações como borda. As coordenadas geográficas centrais da trilha são: 22°46'5.33"S e 45°27'58.69"O.

Figura 3 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha “Nova Gokula” (Pindamonhangaba, SP); b) Variação de altitude ao longo da trilha “Nova Gokula”; c) Trecho da trilha “Nova Gokula”.



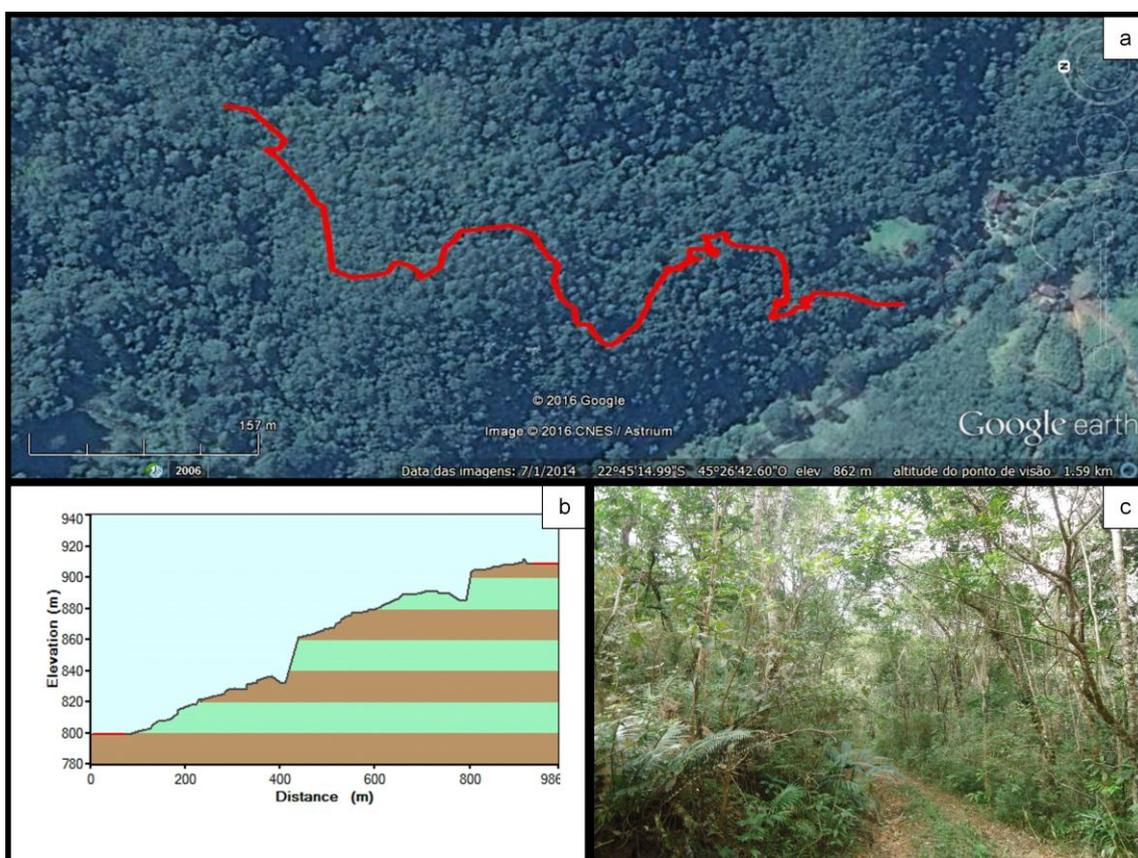
A trilha na estrada que vai para um Pesqueiro de Trutas (Figura 4), aqui denominada “Pesq. Estrada”, ocorre em uma estrada de terra na qual transitam veículos com frequência e se encontra na APA da Serra da Mantiqueira. A trilha margeia em sua íntegra o Ribeirão Grande que nasce no alto da Serra da Mantiqueira, sendo, portanto, composta em um dos seus lados integralmente por mata ciliar e no outro por áreas de mata secundária e pastos, gerando assim, uma trilha com diversos micro-habitats, como vegetação ribeira, árvores altas e áreas com gramíneas. Ao longo da trilha as únicas edificações são pontes de madeira, cercas e postes, podendo estes ser de madeira ou concreto. A altitude mínima da trilha é de 630 m e a máxima de 700 m. As coordenadas geográficas centrais da trilha são: 22°45'51.15"S e 45°26'48.76"O.

Figura 4 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha “Pesq. Estrada” (Pindamonhangaba, SP); b) Variação de altitude ao longo da trilha “Pesq. Estrada”; c) Trecho da trilha “Pesq. Estrada”.



A trilha na mata do Pesqueiro de Trutas (Figura 5), aqui denominada “Pesq. Mata” é estreita, muito pouco utilizada, apresenta vegetação conservada, bastante densa e, inclusive, com a maior parte da trilha sombreada. Não existe corpo d’água acompanhando a trilha, apesar do Ribeirão Grande se localizar nas proximidades. O fragmento de mata onde a trilha está inserida faz parte da APA da Serra da Mantiqueira e é bastante extenso, sendo margeado nas menores altitudes por áreas com construções ou plantações de eucalipto e se estendendo até o alto da Serra da Mantiqueira. A altitude da trilha varia de 790 m até 910 m. As coordenadas geográficas centrais da trilha são: 22°45'13.99"S e 45°26'42.63"O.

Figura 5 - a) Imagem de satélite obtida por meio do programa GoogleEarth indicando em vermelho a trilha “Pesq. Mata” em Pindamonhangaba, SP; b) Variação de altitude ao longo da trilha “Pesq. Mata”; c) Trecho da trilha “Pesq. Mata”.



4.2. Método de coleta

As coletas foram feitas ao longo de 23 dias entre fevereiro de 2013 e fevereiro de 2015, totalizando mais de 97 horas de coletas. Inicialmente foram feitos três dias de coletas preliminares e, após a determinação das áreas de coleta, foram realizados cinco dias de amostragens em cada um das trilhas, totalizando 20 dias de coletas efetivas em trilhas.

O método de coleta empregado neste trabalho foi coleta ativa, que consiste na procura ativa dos indivíduos e ninhos ao longo de estradas ou trilhas já existentes e na coleta de indivíduos com auxílio de rede entomológica. Dois coletores realizaram a coleta ativa entre 10 e 16 horas, horário de maior atividade forrageadora de vespas sociais neotropicais (PREZOTO et al., 2008; GOMES; NOLL, 2009), nos quatro transectos previamente escolhidos na zona rural de Pindamonhangaba.

Durante a coleta nas trilhas foi estabelecido a cada 50 metros um ponto focal de amostragem. O ponto focal consiste na permanência de ambos os coletores por 3 minutos em um ponto da trilha coletando as vespas sociais com auxílio de rede entomológica na vegetação. Durante todo o percurso, os coletores procuraram também por ninhos na vegetação da trilha. Ao encontrar um ninho, este era fotografado e um indivíduo da espécie coletado, contabilizando desta forma o ninho como uma ocorrência única da espécie, independente do tamanho da colônia. Os indivíduos coletados foram mortos com álcool etílico absoluto 99,5% PA ACS.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram mensurados ao longo das coletas, com um intervalo de uma hora entre cada medição, de modo que não foram feitas coletas a temperaturas inferiores a 15°C.

Indivíduos coletados fora das trilhas, como por exemplo, nas edificações próximas, foram devidamente identificados, sendo utilizados apenas na análise qualitativa do trabalho para gerar a riqueza de vespas sociais de Pindamonhangaba.

4.3. Autorizações de coleta

As coletas dos vespídeos na Serra da Mantiqueira em Pindamonhangaba contaram com as devidas autorizações com finalidade científica de coleta e transporte de material biológico emitidas em 02/10/2012 pelo Ministério do Meio Ambiente, Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISBIO), sob o

numero 36366-1. O material coletado foi transportado para o Departamento de Zoologia no Campus da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita-Filho (UNESP) de Rio Claro, onde foi feita a triagem sob estereoscópio e a alfinetagem de espécimes para a elaboração de uma coleção testemunho.

4.4. Identificação do material

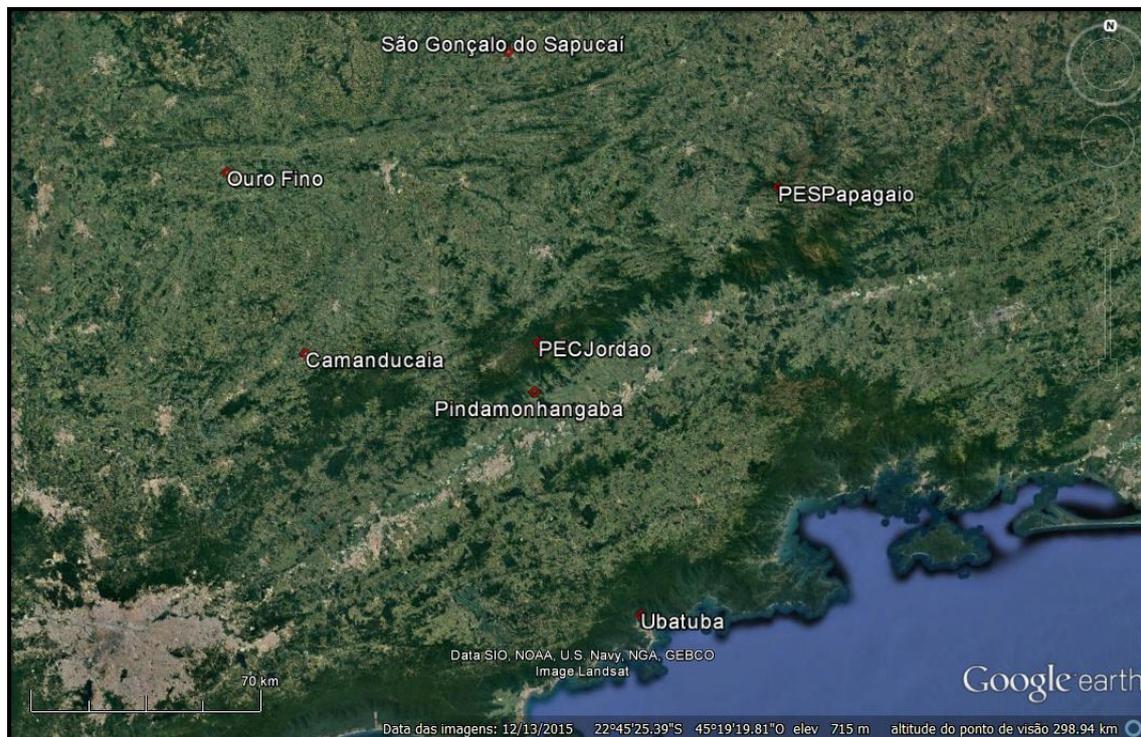
As espécies foram identificadas pela utilização de chaves dicotômicas de identificação de gêneros e espécies (ZIKÁN, 1949; RICHARDS, 1978; CARPENTER; MARQUES, 2001; SILVEIRA, 2006; ANDENA et al., 2007; PICKETT; WENZEL, 2007; SILVEIRA, 2008; ANDENA et al., 2009; ANDENA; CARPENTER, 2012) e por meio de comparações com exemplares da coleção de vespas sociais do Departamento de Zoologia (UNESP – Rio Claro) e do Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém (PA).

4.5. Análises

Os inventários realizados no Estado de Minas Gerais no Parque Estadual Serra do Papagaio (SOUZA et al., 2015b), em São Gonçalo do Sapucaí (SOUZA et al., 2015a), em Ouro Fino (ALBUQUERQUE et al., 2015) e em Camanducaia (ALBUQUERQUE et al., 2015) e no Estado de São Paulo em Ubatuba (TOGNI et al., 2014) e no Parque Estadual de Campos do Jordão (CAPÍTULO (1)) foram selecionados da literatura para realização da comparação entre inventários (Figura 6). Estes trabalhos foram selecionados por terem sido realizados em áreas compostas por fitofisionomias do bioma Mata Atlântica e estarem distantes no máximo 150 km de Pindamonhangaba, sendo que esta distância foi medida com auxílio da ferramenta de medida de distância entre pontos do programa GoogleEarth.

Índices de similaridade de Jaccard foram calculados com o programa PAST– versão 3.12 (HAMMER et al., 2001) aos pares dentre os inventários analisados. A fim de avaliar a similaridade da riqueza obtida em Pindamonhangaba com a dos inventários realizados em áreas próximas, foi feita uma análise de agrupamento também com o programa PAST– versão 3.12 utilizando-se o coeficiente de similaridade de Jaccard (algoritmo de ligação por grupo pareado).

Figura 6 - Localização dos municípios utilizados nas análises para comparação de riqueza de vespas sociais entre inventários.



Para estimar a riqueza de espécies esperada para o número de indivíduos amostrados, calculou-se uma curva de rarefação baseada em todas as amostras obtidas nas trilhas (cinco dias em cada uma das quatro trilhas). Esta curva gerou os dados de riquezas estimados a partir de 1000 repetições calculados com o programa EstimateS (COLWELL, 2009). Foram geradas, com o uso do mesmo procedimento, curvas de estimativa de riqueza com os estimadores não paramétricos Chao 1, que leva em consideração o número de espécies raras representadas por um ou dois indivíduos, ACE (abundance coverage estimator), que é baseado na abundância das espécies representadas por até 10 indivíduos e completada por indivíduos que apresentam abundância maior e Jackknife 1, que é um estimador de riqueza baseado na ocorrência de espécies em apenas uma amostra, sendo dessa forma um estimador baseado na incidência das espécies nas amostras (MAGURRAN, 2013).

A fim de diagnosticar diferenças entre as diversidades de vespas sociais das trilhas amostradas, foram calculados no programa PAST– versão 3.12 (HAMMER et al., 2001) os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H' , utilizando-se log com base 2 no cálculo). Para verificar se existe diferença significativa entre as diversidades amostradas nas trilhas, foi feita uma análise da diversidade dentre as

trilhas pareadas com o teste t (Student) adaptado segundo RODRIGUES (2015) no programa DivEs – Diversidade de Espécies V3.0, de forma a comparar as diversidades obtidas pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener. Os índices de dominância de Simpson (D) e a Equitabilidade (J') foram calculados para cada trilha também com programa PAST– versão 3.12.

5. Resultados e Discussões

Foram coletados 478 indivíduos pertencentes a 34 espécies de vespas sociais nas trilhas em Pindamonhangaba. Indivíduos da espécie *Polistes deceptor* foram coletados fora das trilhas, no entanto ainda dentro dos limites do município, aumentando a riqueza total amostrada em Pindamonhangaba para 35 espécies de vespas sociais (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela de ocorrência (X) das espécies de vespas sociais encontradas nas trilhas em Pindamonhangaba (SP). As espécies com ocorrência em apenas uma das trilhas estão marcadas em negrito (X).

Espécie	Nova Gokula	Pesq. Estrada	Pesq. Mata	Mãe d'água
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	X	X	X	
<i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	X	X	X	X
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)				X
<i>Brachygastra augusti</i> (de Saussure, 1854)		X		
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)		X		X
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (R. von Ihering, 1903)		X		X
<i>Mischocyttarus declaratus</i> Zikán, 1935		X	X	
<i>Mischocyttarus drewseni</i> de Saussure, 1857		X		
<i>Mischocyttarus funerulus</i> Zikán, 1949		X		
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i> Zikán, 1949	X	X	X	
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i> Zikán, 1935	X	X		X
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1935	X			
<i>Mischocyttarus paulistanus</i> Zikán, 1935		X		
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)	X	X	X	X
<i>Mischocyttarus socialis</i> (de Saussure, 1854)	X	X		
<i>Parachartergus pseudoapicalis</i> Willink, 1959		X		
<i>Parachartergus wagneri</i> du Buysson, 1904		X		
<i>Polistes acteon</i> Haliday, 1836	X	X		X
<i>Polistes cinerascens</i> de Saussure, 1854	X	X		X
<i>Polistes deceptor</i> Schutz, 1905 *				
<i>Polistes geminatus</i> Fox, 1898				X
<i>Polistes subsericeus</i> de Saussure, 1854				X
<i>Polistes versicolor</i> (Oliver, 1791)	X	X	X	X
<i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	X	X	X	X
<i>Polybia jurinei</i> de Saussure, 1854		X	X	
<i>Polybia lugubris</i> de Saussure, 1854		X		
<i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	X	X	X	
<i>Polybia occidentalis</i> (Oliver, 1791)	X	X	X	X
<i>Polybia punctata</i> du Buysson, 1908	X	X	X	
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	X			
<i>Polybia sericea</i> (Oliver, 1791)	X	X		X
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure, 1854)		X		
<i>Protopolybia exigua</i> (de Saussure, 1854)	X	X		
<i>Pseudopolybia vespiceps</i> (de Saussure, 1864)		X		
<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)		X		X
Riqueza Total	17	29	11	15

*Espécie coletada exclusivamente fora das trilhas demarcadas.

Dentre os inventários já realizados em áreas pertencentes ao bioma Mata Atlântica apenas a fauna de vespas sociais do Parque Estadual do Rio Doce, localizado na região centro-leste do Estado de Minas Gerais e a mais de 400 quilômetros de Pindamonhangaba, apresentou uma riqueza maior do que a obtida neste trabalho, sendo esta de trinta e oito espécies (SOUZA et al., 2012b). Dentre os inventários realizados em regiões mais próximas à Serra da Mantiqueira, que serão utilizados aqui para análises comparativas (Figura 6), a região inventariada em Pindamonhangaba foi a que apresentou maior riqueza de espécies, seguida pela comunidade de vespas sociais de São Gonçalo do Sapucaí (SOUZA et al., 2015a) com 33 espécies e Ouro Fino em baixas altitudes (ALBUQUERQUE et al., 2015) com 26 espécies (Tabela 2). Quando o número de espécies de vespas sociais destas áreas é comparado, nota-se que, com exceção do inventário realizado em Ubatuba, os resultados de riqueza mais elevada em áreas de menor altitude corroboram com os resultados obtidos por KUMAR et al. (2009) e por ALBUQUERQUE et al. (2015) e também verificados no CAPÍTULO (1) que indicam a ocorrência de uma relação invertida entre a riqueza de espécies de vespas sociais e o aumento da altitude das áreas amostradas.

Tabela 2 - Riquezas de vespas sociais amostradas em inventários realizados em áreas do Bioma Mata Atlântica com distância máxima de 150 quilômetros do município de Pindamonhangaba. Siglas: PINDA: Pindamonhangaba (presente estudo), PECJ: Parque Estadual de Campos do Jordão (CAPÍTULO (1)); PESP: Parque Estadual Serra do Papagaio (SOUZA et al., 2015b); SGS: São Gonçalo do Sapucaí (SOUZA et al., 2015a); OF1 e OF2: Ouro Fino (ALBUQUERQUE et al., 2015); CAM: Camanducaia (ALBUQUERQUE et al., 2015); UBA: Ubatuba (TOGNI et al., 2014).

Local (altitude em metros)	Riqueza
UBA (abaixo de 50m)	21
PINDA (entre 598 - 910m)	35
SGS (abaixo de 1.000m)	33
OF1 (entre 800-1.000m)	26
OF2 (entre 1.300-1.600m)	19
PECJ (entre 1.500-1.950m)	17
PESP (acima de 1.600m)	21
CAM (entre 1.800-2.100m)	11

Com o uso do coeficiente de similaridade de Jaccard foi possível comparar a composição da riqueza da fauna de vespas sociais dos inventários realizados em áreas próximas à Pindamonhangaba. Com estes índices gerou-se um dendrograma que agrupou estes inventários em grupos com maior similaridade entre si (Figura 7). Foi possível perceber a formação de dois grupos, um formado pelos inventários realizados em Ouro Fino (baixas altitudes) e São Gonçalo do Sapucaí (OF1 e SGS) e outro formado pelos inventários feitos em Ouro Fino (maiores altitudes), no Parque Estadual Serra do Papagaio, no Parque Estadual de Campos do Jordão e em Camanducaia (OF2, PESP, PECJ e CAM). A fauna de vespas de Ubatuba, assim como verificado no CAPÍTULO (1), ficou separada dos dois grupos, demonstrando uma similaridade muito baixa até mesmo com inventários realizados em áreas mais próximas, como é o caso de Pindamonhangaba (Figura 6).

A fauna de Ubatuba foi amostrada em uma região de Mata Atlântica muito conservada, pertencente a uma reserva natural na Serra da Mantiqueira (TOGNI et al., 2014) e o baixo número de espécies quando comparado com outras áreas deste Bioma, pode estar relacionado com a ausência de algumas espécies de vespas comumente encontradas em áreas compostas por campos e gramíneas ou em ambientes modificados pelo homem, como áreas com construções ou plantações, características estas presentes na maioria dos inventários realizados em fragmentos de mata, devido ao pequeno tamanho dos fragmentos amostrados. Desta forma, pode-se inferir que a fauna da Serra do Mar apresenta características únicas quanto à comunidade de vespas sociais dentre estes inventários. É importante ressaltar que a espécie *Mischocyttarus parallelogrammus*, umas das espécies de caráter endêmico encontradas em Ubatuba, que apresenta como área de ocorrência apenas os Estados de Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (RICHARDS, 1978), tendo sido inventariada pela primeira vez em Ubatuba (TOGNI et al., 2014), ocorre também em Pindamonhangaba, sendo que ninhos da mesma foram encontrados em uma das trilhas.

A ocorrência de um grupo formado pelos levantamentos que foram realizados em altitudes maiores do que 1.300 metros (CAM, PESP, OF2 e PECJ) indica uma separação dos inventários não por distância geográfica, mas sim por altitude, com alguns inventários realizados próximos entre si podendo estar separados no agrupamento, como, por exemplo, os dois inventários realizados em Ouro Fino e os inventários realizados em Campos do Jordão e Pindamonhangaba. Essa

diferenciação gerada pela altitude pode estar relacionada aos tipos vegetacionais característicos de altitudes elevadas que ocorrem nestas áreas e podem influenciar na ocorrência das espécies, devido as diferentes necessidades para nidificação.

Os levantamentos realizados em Pindamonhangaba e Campos do Jordão, apesar da proximidade geográfica (Figura 6), apresentaram coeficiente de similaridade pareada de apenas 0,33, enquanto que Pindamonhangaba e São Gonçalo do Sapucaí, que se encontram mais distantes geograficamente, mas em altitudes semelhantes apresentaram 0,42 como coeficiente de similaridade (Tabela 3). Este índice de similaridade, no entanto, pode ser considerado baixo quando comparado com os índices calculados entre outros inventários, indicando que apesar de ser o maior índice de similaridade apresentado para Pindamonhangaba, ainda assim a riqueza amostrada nesta área é bastante diferente, o que justifica o posicionamento deste inventário na análise de agrupamento separado dos grupos formados.

As espécies *Mischocyttarus declaratus*, *Mischocyttarus funerulus*, *Mischocyttarus hoffmanni*, *Mischocyttarus paulistanus*, *Parachartergus pseudoapicalis*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes deceptor*, *Polistes geminatus*, *Polistes subsericeus* e *Polybia lugubris* foram registradas, dentre os estudos aqui comparados, apenas na comunidade amostrada em Pindamonhangaba, evidenciando o porquê do inventário deste município apresentar coeficientes de similaridade baixos com todos os inventários, já que 28,5% da riqueza amostrada em Pindamonhangaba ocorreu exclusivamente neste município.

As espécies *Mischocyttarus declaratus* e *Mischocyttarus funerulus* não apresentavam como área de ocorrência o Estado de São Paulo (ZIKÁN, 1949; RICHARDS, 1978), sendo este o primeiro registro para ambas as espécies no Estado. Estas duas espécies, no entanto, foram coletadas na Serra do Itatiaia no Rio de Janeiro (ZIKÁN, 1949), evidenciando a ocorrência prévia das mesmas em áreas compostas pelo Bioma Mata Atlântica. As espécies *Mischocyttarus hoffmanni*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes deceptor* e *Polybia lugubris* apresentam em suas descrições o Estado de São Paulo como uma das áreas de ocorrência (RICHARDS, 1978), no entanto este é o primeiro registro destas espécies relatado em um inventário de fauna no Estado de São Paulo.

A ocorrência das espécies *Agelaia multipicta*, *Mischocyttarus cassununga* e *Polybia fastidiosuscula* no município de Pindamonhangaba, assim como em todos os

outros inventários aqui comparados (PECJ, PESP, SGS, OF1, OF2, CAM, UBA), corrobora com a indicação no CAPÍTULO (1) destas espécies como espécies de elevada plasticidade quanto à ocorrência das mesmas em diferentes microclimas, vegetações e altitudes.

Figura 7 - Análise de agrupamento calculada com o coeficiente de similaridade de Jaccard (Programa PAST – algoritmo: grupo pareado) entre as riquezas obtidas nos inventários de vespas sociais realizados em Pindamonhangaba (presente estudo), no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) (Capítulo 1), no Parque Estadual Serra do Papagaio (PESP) (SOUZA et al., 2015b), em São Gonçalo do Sapucaí (SGS) (SOUZA et al., 2015a), em Ouro Fino (OF1 com altitudes de 800-1000 metros e OF2 com altitudes de 1300-1600 metros) (ALBUQUERQUE et al., 2015), em Camanducaia (CAM) (ALBUQUERQUE et al., 2015) e em Ubatuba (UBA) (TOGNI et al., 2014).

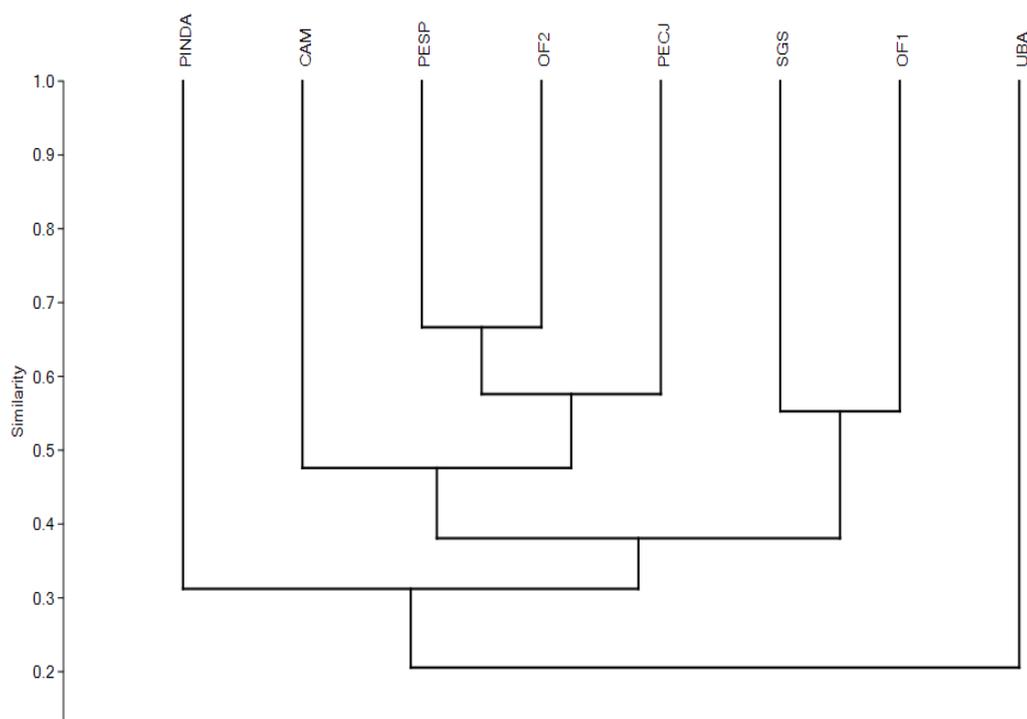


Tabela 3 - Índices de Similaridade de Jaccard obtidos para comparações pareadas entre as espécies amostradas em Pindamonhangaba (presente estudo), no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) (CAPÍTULO, 1), no Parque Estadual Serra do Papagaio (PESP) (SOUZA et al., 2015b), em São Gonçalo do Sapucaí (SGS) (SOUZA et al., 2015a), em Ouro Fino (OF1 com altitudes de 800-1000 metros e OF2 com altitudes de 1300-1600 metros) (ALBUQUERQUE et al., 2015), em Camanducaia (CAM) (ALBUQUERQUE et al., 2015) e em Ubatuba (UBA) (TOGNI et al., 2014).

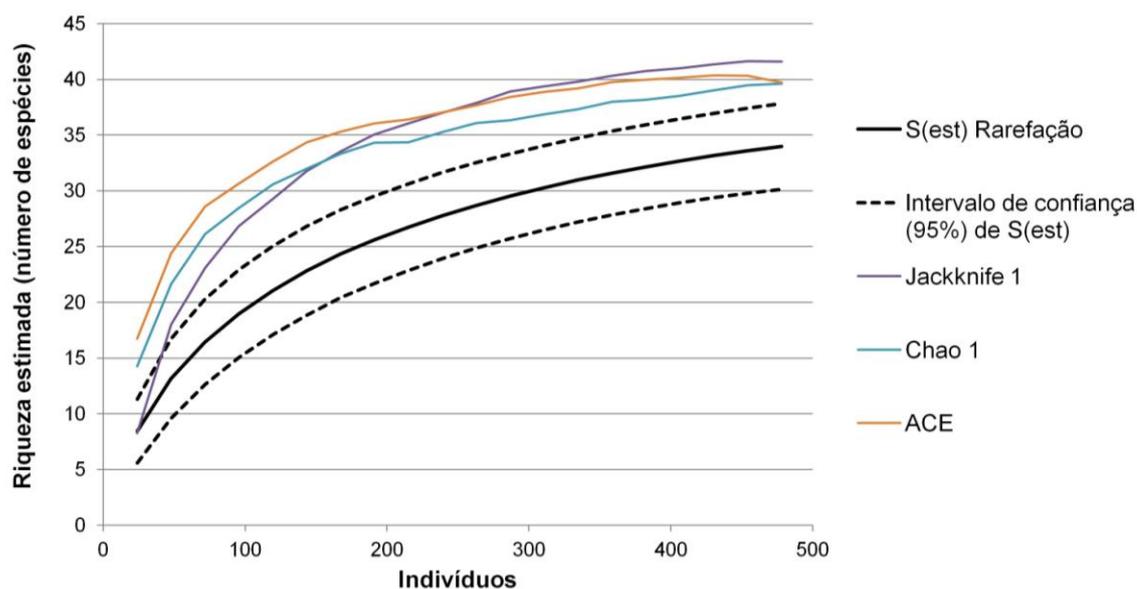
	PINDA	UBA	OF1	SGS	OF2	PESP	PECJ	CAM
PINDA	1	0,302	0,326	0,417	0,286	0,300	0,333	0,211
UBA	0,302	1	0,237	0,227	0,212	0,118	0,200	0,143
OF1	0,326	0,237	1	0,553	0,364	0,265	0,343	0,233
SGS	0,417	0,227	0,553	1	0,529	0,429	0,588	0,294
OF2	0,286	0,212	0,364	0,529	1	0,500	0,667	0,500
PESP	0,300	0,118	0,265	0,429	0,500	1	0,652	0,474
PECJ	0,333	0,200	0,343	0,588	0,667	0,652	1	0,455
CAM	0,211	0,143	0,233	0,294	0,500	0,474	0,455	1

Apesar de este inventário ter apresentado resultados de riquezas muito importantes, com espécies registradas pela primeira vez no Estado de São Paulo e inclusive sendo a maior riqueza dentre os inventários aqui comparados, a curva de rarefação por indivíduos (Figura 8), calculada a partir dos dados obtidos nas trilhas, não alcança sua assíntota após estimativa de todos os indivíduos amostrados, indicando que não foi alcançado o número máximo de espécies que ocorrem na área. Os estimadores Chao 1, ACE e Jackknife 1 apresentaram como número de espécies estimado riquezas acima do intervalo de confiança da curva de rarefação (ACE = 39,7, Jackknife = 41,6 e Chao 1 = 39,6), confirmando que a amostra não alcançou o número de espécies esperado para a área. Esta indicação de subamostragem pode estar ligada ao fato das trilhas apresentarem diferença entre si quanto à composição de micro-habitats e não estarem todas localizadas em áreas necessariamente próximas uma da outra (Figura 1), indicando que existam mais espécies na região rural de Pindamonhangaba e que mais coletas e áreas de amostragem seriam necessárias para confirmar esta suposição.

Outro fator relevante que pode ter ocasionado uma subamostragem da comunidade de vespas foi a utilização apenas de métodos de coleta ativa, dependente dos coletores para realização das coletas e visualização de ninhos. A utilização adicional de armadilhas, como armadilhas de intercepção de voo ou armadilhas atrativas poderia também aumentar a riqueza amostrada (LOCHER et

al., 2014), principalmente a amostragem de vespas que apresentam hábitos que dificultam a coleta ativa ou busca por ninhos, como presença de ninhos muito crípticos dificultando visualização dos mesmos ou hábitos de forrageio noturno, como é o caso de espécies do gênero *Apoica* (HUNT et al., 1995).

Figura 8 - Curvas da riqueza estimada por rarefação - S(est) e pelos estimadores de riqueza Jackknife 1, Chao 1 e ACE, com base em 20 unidades amostrais (quatro trilhas e cinco dias) de Campos do Jordão, gerada com o programa EstimateS com 1000 repetições.



Ao contrário do que tem sido observado para o sudeste do país (SOUZA et al., 2015a), o gênero mais representativo quanto à riqueza de espécies neste inventário não foi o gênero *Polybia*, mas sim *Mischocyttarus* com dez espécies, com *Polybia* sendo o segundo gênero mais representativo, com oito espécies. Apesar disso, a tribo com maior número de espécies foi Epiponini, com 19 espécies, seguida por *Mischocyttarini* com dez e *Polistini* com seis (Figura 9).

O gênero mais abundante nas trilhas foi *Polistes*, seguido por *Agelaia* e *Mischocyttarus* (Figura 10). A proporção das tribos comumente observada nos inventários no Brasil ocorre, com Epiponini sendo a tribo predominante quanto à abundância relativa de indivíduos coletados. Essa proporção, no entanto, não alcança os 70% de abundância de Epiponini observados por LOCHER et al. (2014) como uma ocorrência mínima predominante desta tribo, dentre os inventários realizados por busca ativa ou passiva em diversas regiões do Brasil.

Figura 9 - Número de espécies representantes de cada gênero de vespas sociais encontrado no município de Pindamonhangaba, SP.

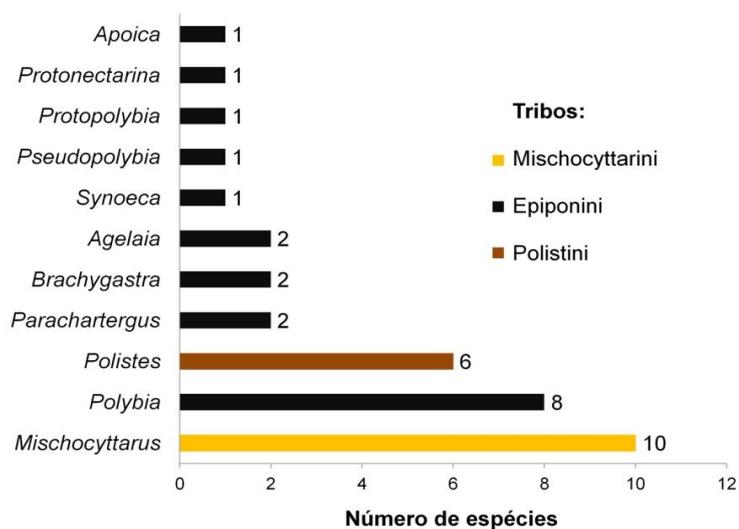
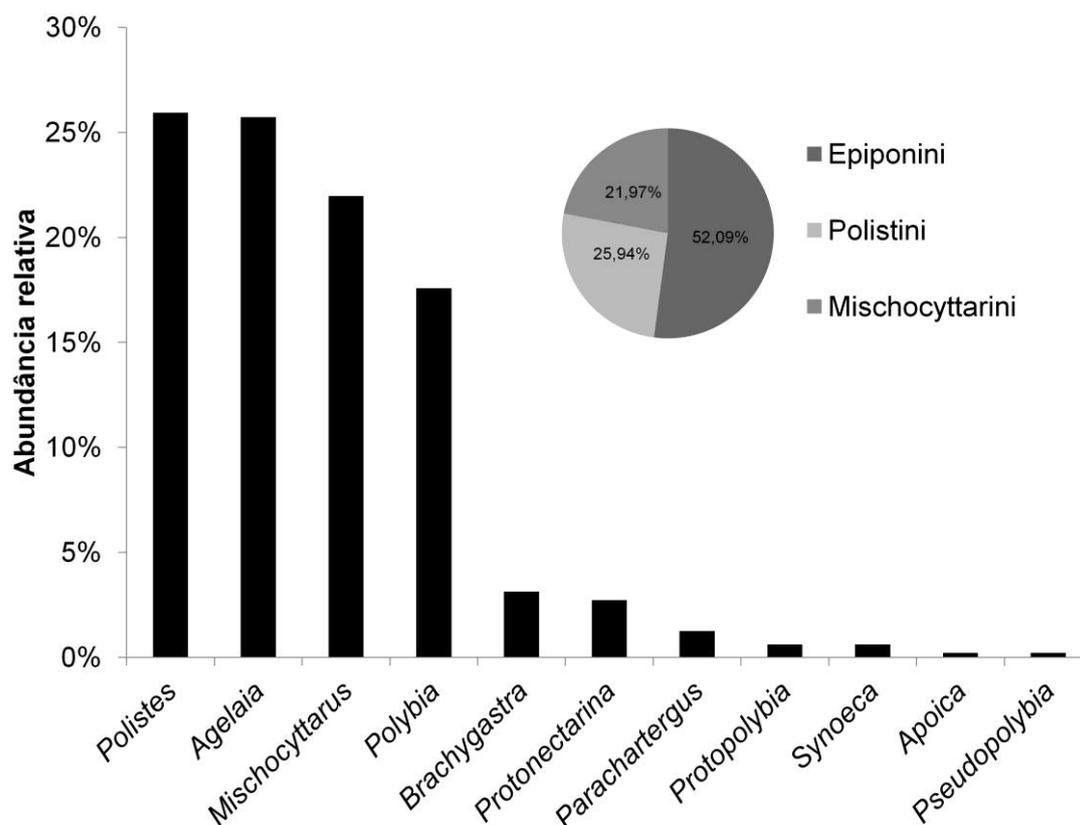


Figura 10 - Abundância relativa (%) das espécies e das tribos encontradas nas trilhas em Pindamonhangaba.



As espécies mais abundantes nas coletas foram *Polistes versicolor*, com abundância relativa de 22,18%, *Agelaia vicina*, representando 20,29% das coletas e *Mischocyttarus rotundicollis*, com 14,44% das coletas, sendo que estas três espécies foram coletadas em todas as trilhas e representaram mais do que 50% dos indivíduos coletados, justificando o porquê de estes gêneros serem também os três mais abundantes.

Polistes versicolor é uma espécie com distribuição abrangente no Brasil, com registros de ocorrência do norte ao sul do país (RICHARDS, 1978) e aspectos de seu comportamento e biologia muito estudados (GOBBI; ZUCCHI, 1980, 1985; GONZÁLEZ et al., 2002; GOBBI et al., 2006; PREZOTO et al., 2006; KÖHLER, 2008; ELISEI et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010; SOUZA; PREZOTO, 2012a, b; SOUZA et al., 2012a; TORRES et al., 2014). Esta espécie pode ser encontrada forrageando tanto em ambientes naturais quanto em ambientes modificados pelo homem (TORRES et al., 2014), sendo que os ninhos podem ser encontrados utilizando a vegetação como substrato de nidificação (OLIVEIRA et al., 2010; TORRES et al., 2014) ou construções humanas, com gesso, metal, madeira, vidro e outros materiais como substrato, evidenciando uma adaptação desta espécie ao ambiente urbano (OLIVEIRA et al., 2010). Esta espécie apresenta desenvolvimento da colônia assincrônico no sudeste do país (GOBBI; ZUCCHI, 1980) e pode ocorrer em agregados em condições adversas de clima (GONZÁLEZ et al., 2002; GOBBI et al., 2006), sendo que foi observada a ocorrência do ato de forrageamento mesmo para vespas em agregados (GONZÁLEZ et al., 2002).

Agelaia vicina é uma espécie bastante conhecida por seus ninhos avantajados e colônias que podem chegar a mais de um milhão de indivíduos e podem nidificar tanto em cavidades naturais como em espaços criados pelo homem (ZUCCHI et al., 1995). Esta espécie ocorre no Brasil nas regiões sul, sudeste e nordeste, com ocorrência também em algumas localidades no centro do país (RICHARDS, 1978). Apesar da ampla distribuição geográfica e do vasto conhecimento sobre a arquitetura dos ninhos, muito pouco foi estudado sobre a biologia desta espécie, sendo que DE OLIVEIRA et al. (2010) realizaram um trabalho pioneiro evidenciando a importância desta espécie no ambiente e indicando *Agelaia vicina* como uma espécie chave para o ambiente onde ocorre, predando uma vasta diversidade de artrópodes e impactando as populações locais destes animais.

Mischocyttarus rotundicollis, uma espécie com distribuição muito vasta, que abrange diversos países da América do Sul, desde o extremo norte do continente na Guiana até a Argentina ao sul é composta por diversas sinonimizadas realizadas por RICHARDS (1978). Sua ocorrência na Mata Atlântica é conhecida há muito tempo, sendo que ZIKÁN (1949) ao descrever a distribuição de *M. gracilis* Zikán, 1935, sinonimizada posteriormente por RICHARDS (1978) como *M. rotundicollis*, relata sua ocorrência como uma espécie comum em Itatiaia (RJ) a altitudes em torno de 700 metros. Apesar desta distribuição vasta, a biologia desta espécie é pouco conhecida, com exceção da descrição do ninho, que apresenta pedúnculo marrom ou cinza brilhante, com comprimento variando de 16 a 25mm e o número de células é variado, no entanto pequeno (RICHARDS, 1978).

As espécies *Mischocyttarus rotundicollis*, *Polistes versicolor*, *Polybia occidentalis*, *Agelaia vicina* e *Polybia fastidiosuscula* foram encontradas em todas as trilhas (Tabela 4), sendo que *M. rotundicollis* ocorreu em 19 dos 20 dias de coletas, ou seja, em 95% das coletas. *Apoica pallens*, *Brachygastra augusti*, *Mischocyttarus drewseni*, *M. funerulus*, *M. parallelogrammus*, *M. paulistanus*, *Parachartergus wagneri*, *P. pseudoapicalis*, *Polybia lugubris*, *P. scutellaris*, *Polistes geminatus*, *Plt. subsericeus*, *Protonectarina sylveirae* e *Pseudopolybia vespiceps* foram encontradas em apenas uma das trilhas amostradas, com oito destas tendo sido encontradas apenas durante um dos dias de coletas (Tabela 4), sugerindo que estas espécies sejam espécies esporádicas neste ambiente ou de difícil amostragem.

As espécies *Agelaia multipicta* ocorreu em três das quatro trilhas e a espécie *Polybia fastidiosuscula* nas quatro, reafirmando a proposta do CAPÍTULO (1) destas espécies serem consideradas vespas euriécias, devido à elevada plasticidade quanto aos ambientes que ocorrem.

Tabela 4 - Número de dias de ocorrência de cada espécie de vespa em cada uma das trilhas amostradas em Pindamonhangaba, número total de trilhas em que cada espécie foi amostrada (N. de Trilhas) e número total de dias de amostragem de cada vespa (N. de Dias).

Espécies/Dias de ocorrência	Mãe d'Água	Nova Gokula	Pesq. Estrada	Pesq. Mata	N. de Trilhas	N. de Dias
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	5	5	5	4	4	19
<i>Polistes versicolor</i>	4	5	5	2	4	16
<i>Polybia occidentalis</i>	3	4	5	3	4	15
<i>Agelaia vicina</i>	4	2	3	3	4	12
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	2	3	3	1	4	9
<i>Agelaia multipicta</i>	0	4	3	5	3	12
<i>Polistes acteon</i>	1	5	3	0	3	9
<i>Polybia sericea</i>	3	2	3	0	3	8
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i>	0	4	2	1	3	7
<i>Polybia minarum</i>	0	1	2	2	3	5
<i>Polybia punctata</i>	0	1	1	3	3	5
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i>	1	1	2	0	3	4
<i>Polistes cinerascens</i>	1	1	1	0	3	3
<i>Brachygastra lecheguana</i>	2	0	4	0	2	6
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	3	0	1	0	2	4
<i>Polybia jurinei</i>	0	0	1	2	2	3
<i>Synoeca cyanea</i>	1	0	2	0	2	3
<i>Mischocyttarus declaratus</i>	0	0	1	1	2	2
<i>Mischocyttarus socialis</i>	0	1	1	0	2	2
<i>Protopolybia exigua</i>	0	1	1	0	2	2
<i>Protonectarina sylveirae</i>	0	0	5	0	1	5
<i>M. parallelogrammus</i>	0	3	0	0	1	3
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	0	0	2	0	1	2
<i>Mischocyttarus paulistanus</i>	0	0	2	0	1	2
<i>Parachartergus wagneri</i>	0	0	2	0	1	2
<i>Polybia lugubris</i>	0	0	2	0	1	2
<i>Apoica pallens</i>	1	0	0	0	1	1
<i>Brachygastra augusti</i>	0	0	1	0	1	1
<i>Mischocyttarus funerulus</i>	0	0	1	0	1	1
<i>Parachartergus pseudoapicalis</i>	0	0	1	0	1	1
<i>Polistes geminatus</i>	1	0	0	0	1	1
<i>Polistes subsericeus</i>	1	0	0	0	1	1
<i>Polybia scutellaris</i>	0	1	0	0	1	1
<i>Pseudopolybia vespiceps</i>	0	0	1	0	1	1

Dentre as trilhas amostradas, aquela com maior riqueza foi a Pesq. Estrada, com 29 espécies, sendo que nove espécies ocorreram exclusivamente nesta trilha. Ela apresentou também o maior índice de diversidade de Shannon-Wiener ($H' = 2,630$), menor índice de dominância de Simpson ($D = 0,1186$) (Figura 11) e maior abundância coletada (185 indivíduos - Tabela 6). Com a ocorrência de diversos micro-habitats para nidificação de vespas, como vegetação ribeira, árvores altas, áreas abertas e com gramíneas e pontes de madeira esta trilha proporciona inúmeros locais de nidificação e forrageamento para diversas espécies de vespas, incluindo espécies com diferentes preferências de substrato de nidificação, já que o ambiente diversificado proporciona uma enorme gama de substratos. O índice de diversidade de Shannon-Wiener da trilha Pesq. Estrada se mostrou, de acordo com o teste t-Student realizado aos pares dentre os índices, significativamente diferente e maior do que os índices das outras três trilhas, confirmando a importância da área onde a trilha se encontra para a diversidade das vespas da região (Tabela 5).

A trilha Pesq. Mata, apesar de ser muito próxima da trilha Pesq. Estrada, com aproximadamente 350 metros entre o final de uma e início da outra (Figura 1), apresentou a menor riqueza dentre as trilhas e também um índice de diversidade de Shannon-Wiener comparativamente baixo ($H' = 2,025$), sendo este índice estatisticamente igual ao menor H' verificado nas trilhas (comparação entre Mãe d'água e Pesq. Mata - Tabela 5). Apesar desse baixo valor de riqueza, é importante notar que a equitabilidade ($J' = 0,845$) é a mais alta dentre as trilhas, indicando que, apesar de um baixo número de espécies, estas se encontram em uma abundância mais uniforme do que nas outras. Esta trilha apresenta uma vegetação conservada, bastante densa, sem a presença de pastagens ou habitações humanas, sendo a maior parte da trilha sombreada. Essa maior uniformidade de ambiente pode ser diretamente relacionado à menor riqueza, já que algumas espécies de vespas necessitam de outros tipos de ambiente para nidificar, como espécies que apresentam preferências por áreas abertas, por exemplo, podendo então não ocorrer na área. Este fato fica ainda mais evidente ao se comparar a composição da riqueza amostrada na trilha Pesq. Mata, que não apresentou espécie exclusiva e apresentou todas as espécies amostradas, também ocorrendo na trilha mais próxima, Pesq. Estrada, que tem uma diversidade de ambientes maior, com presença de pastagens, áreas abertas, cercas e pontes, além da mata em si. Espécies com ocorrência típica em ambientes abertos, como *Brachygastra augusti*,

B. lecheguana (RICHARDS, 1978; SILVA; NOLL, 2014) e *Mischocyttarus drewseni* (JEANNE, 1972) não ocorreram na trilha Pesq. Mata. Essa ausência de algumas espécies em uma trilha composta por mata fechada sugere que uma elevada riqueza de espécies de vespas sociais não necessariamente indica uma área mais ou menos conservada, mas sim uma área com maior diversidade de ambientes, incluindo muitas vezes ambientes degradados, mas que favorecem a ocorrência de algumas espécies.

As trilhas Nova Gokula e Mãe d'água apresentaram número total de espécies muito semelhante (17 e 15 espécies respectivamente), no entanto a distribuição da abundância dentre as espécies apresentou diferença significativa entre os índices de diversidade de Shannon-Wiener (Tabela 5), sendo a comunidade amostrada na trilha Nova Gokula mais diversa ($H' = 2,204$). O elevado índice de dominância de Simpson na trilha Mãe d'água ($D = 0,265$) e a baixa equitabilidade da amostra ($J' = 0,663$) indicam uma comunidade menos uniforme, com a presença de espécies dominantes que geram uma diversidade comparativamente mais baixa do que as outras comunidades amostradas.

A espécie *Agelaia vicina* foi capturada em uma elevada abundância na trilha Mãe d'água, perfazendo um total de 45,9% da abundância total amostrada, sendo que ela foi coletada em todos os dias de amostragem. Esta é a espécie de vespas sociais com maior ninho já descrito no Brasil (ZUCCHI et al., 1995; DE OLIVEIRA et al., 2010) e espera-se que a área de alcance desta espécie seja abrangente devido ao tamanho de suas colônias (RAW, 1998), sendo, portanto possível que apenas poucos ninhos sejam responsáveis por essa elevada ocorrência de indivíduos nas coletas, gerando elevado índice de dominância de Simpson e baixa uniformidade da amostra. Apesar da semelhança no número de espécies, a composição destas riquezas se difere bastante, com apenas nove espécies em comum, com as espécies mais coletadas em Pindamonhangaba, *Agelaia vicina*, *Polistes versicolor* e *Mischocyttarus rotundicollis*, ocorrendo em ambas.

As espécies *Apoica pallens*, *Polistes geminatus* e *Plt. subsericeus* foram coletadas exclusivamente na trilha Mãe d'água. Apesar de *Apoica pallens* ser uma espécie de distribuição geográfica muito abrangente, tendo ela a maior distribuição dentro do gênero (RICHARDS, 1978) e tem sido coletada em diversos inventários no Estado de São Paulo (RODRIGUES; MACHADO, 1982; MECCHI, 1996; LOCHER et al., 2014; TOGNI et al., 2014), pode ocorrer em poucas coletas ou baixa abundância

quando o método de coleta empregado é a coleta ativa, já que se trata de uma espécie de hábitos noturnos (HUNT et al., 1995). Dessa forma, a ocorrência exclusiva desta espécie em uma das trilhas pode estar relacionada ao método de coleta empregado e à possibilidade dos ninhos estarem bem escondidos em árvores altas e com baixa atividade durante o dia (HUNT et al., 1995) o que dificulta a visualização destes.

Na trilha Nova Gokula apenas as espécies *Polybia scutellaris* e *Mischocyttarus parallelogrammus* foram exclusivas desta trilha. *M. parallelogrammus* é uma espécie endêmico do Brasil que apresenta como área de ocorrência apenas os Estados de Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (RICHARDS, 1978) e foi inventariada pela primeira vez em Ubatuba (TOGNI et al., 2014). Os três ninhos desta espécie encontrados na trilha Nova Gokula estavam utilizando rocha como substrato de nidificação, se tornando crípticos neste ambiente (Figura 12). É conhecido, no entanto, que esta espécie pode ser encontrada nidificando em substratos artificiais, como postes de concreto e grades de metal ou em outros substratos naturais, como troncos de árvores (TOGNI, 2014), não limitando a ocorrência das mesmas apenas a ambientes com presença de rochas expostas.

Figura 11 - Medidas de diversidade das vespas sociais amostradas nas trilhas Pesq. Estrada, Nova Gokula, Mãe d'água, Pesq. Mata e na amostra obtida nas quatro trilhas somadas (4 Trilhas).

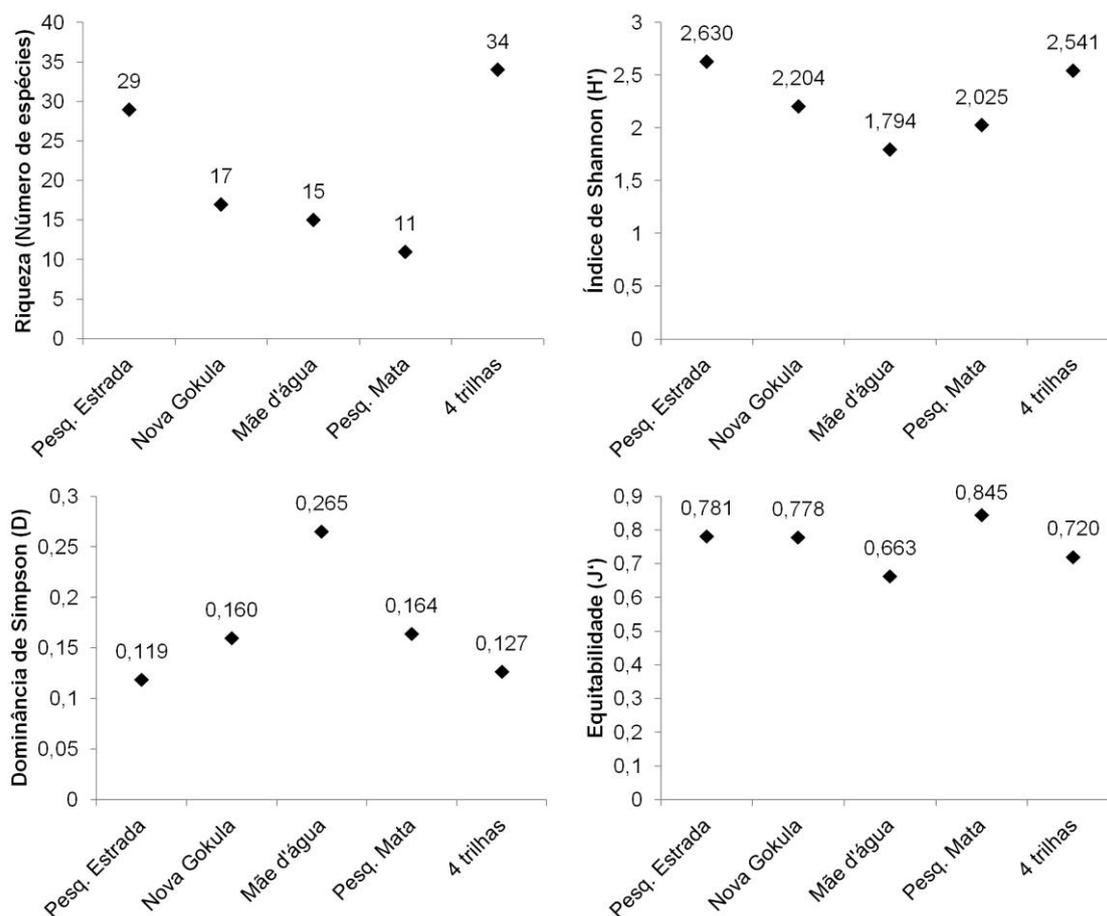


Figura 12 - Ninhos da espécie *Mischocyttarus parallelogrammus* encontrados na trilha Nova Gokula.



Tabela 5 - Resultados da análise do teste t-Student da diversidade de Shannon-Wiener aos pares das trilhas realizada como o programa DivEs – V3.0, indicando na última linha de cada resultado se há ou não diferença significativa entre as diversidades.

	Nova Gokula	Pesq. Estrada	Pesq. Mata
Pesq. Estrada	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1321 Valor de t: 3,2271 Valor de v (GL): 242 [P= 0,050042] Valor T Tab. t($\alpha=0,05$)(2, 242): 1,969 Há diferença significativa		
Pesq. Mata	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,138 Valor de t: 1,2934 Valor de v (GL): 159 [P= 0,050042] Valor T Tab. t($\alpha=0,05$)(2, 159): 1,975 Não há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1295 Valor de t: 4,6714 Valor de v (GL): 166 [P= 0,050042] Valor T Tab. t($\alpha=0,05$)(2, 166): 1,974 Há diferença significativa	
Mãe d'água	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1419 Valor de t: 2,8848 Valor de v (GL): 239 [P= 0,050042] Valor T Tab. t($\alpha=0,05$)(2, 239): 1,969 Há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1336 Valor de t: 6,2545 Valor de v (GL): 290 [P= 0,050042] Valor T Tab. t($\alpha=0,05$)(2, 290): 1,968 Há diferença significativa	Diferença de SH'1 e SH'2: 0,1395 Valor de t: 1,6553 Valor de v (GL): 178 [P= 0,050042] Valor T Tab. t($\alpha=0,05$)(2, 178): 1,973 Não há diferença significativa

Tabela 6 - Abundâncias das espécies de vespas sociais coletadas em cada uma das quatro trilhas amostradas em Pindamonhangaba e abundância total e relativa (Ab Rel. %) de cada espécie. Números em negrito indicam ocorrência da espécie exclusivamente naquela trilha.

Espécie	Pindamonhangaba - SP				Total	Ab. Rel.
	Nova Gokula	Pesq. Estrada	Pesq. Mata	Mãe d'água		
<i>Agelaia vicina</i>	4	21	9	63	97	20,29%
<i>Polybia occidentalis</i>	6	19	5	10	40	8,37%
<i>Agelaia multipicta</i>	11	5	10	0	26	5,44%
<i>Brachygastra lecheguana</i>	0	12	0	2	14	2,93%
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	3	7	1	3	14	2,93%
<i>Protonectarina sylveirae</i>	0	13	0	0	13	2,72%
<i>Polybia sericea</i>	2	5	0	5	12	2,51%
<i>Polybia punctata</i>	1	1	5	0	7	1,46%
<i>Parachartergus wagneri</i>	0	5	0	0	5	1,05%
<i>Polybia minarum</i>	1	2	2	0	5	1,05%
<i>Polybia jurinei</i>	0	1	2	0	3	0,63%
<i>Protopolybia exigua</i>	1	2	0	0	3	0,63%
<i>Synoeca cyanea</i>	0	2	0	1	3	0,63%
<i>Polybia lugubris</i>	0	2	0	0	2	0,42%
<i>Apoica pallens</i>	0	0	0	1	1	0,21%
<i>Brachygastra augusti</i>	0	1	0	0	1	0,21%
<i>Parachartergus pseudoapicalis</i>	0	1	0	0	1	0,21%
<i>Polybia scutellaris</i>	1	0	0	0	1	0,21%
<i>Pseudopolybia vespiceps</i>	0	1	0	0	1	0,21%
Epiponini	30	100	34	85	249	52,09%
<i>Polistes versicolor</i>	26	47	8	25	106	22,18%
<i>Polistes acteon</i>	7	3	0	1	11	2,30%
<i>Polistes cinerascens</i>	1	1	0	3	5	1,05%
<i>Polistes geminatus</i>	0	0	0	1	1	0,21%
<i>Polistes subsericeus</i>	0	0	0	1	1	0,21%
Polistini	34	51	8	31	124	25,94%
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	28	9	18	14	69	14,44%
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i>	7	4	1	0	12	2,51%
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	0	1	0	6	7	1,46%
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i>	1	2	0	1	4	0,84%
<i>M. parallelogrammus</i>	3	0	0	0	3	0,63%
<i>Mischocyttarus socialis</i>	2	1	0	0	3	0,63%
<i>Mischocyttarus declaratus</i>	0	1	1	0	2	0,42%
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	0	2	0	0	2	0,42%
<i>Mischocyttarus paulistanus</i>	0	2	0	0	2	0,42%
<i>Mischocyttarus funerulus</i>	0	1	0	0	1	0,21%
Mischocyttarini	41	23	20	21	105	21,97%
Abundância total	105	185	62	137	478	100,0%
Riqueza	17	29	11	15	34	

Foram observados ao longo das trilhas amostradas 63 ninhos (Tabela 7), pertencentes a 20 espécies (Figura 13, Figura 14 e Figura 15). Encontrou-se nas trilhas ninhos de todas as espécies da tribo Mischocyttarini amostradas em Pindamonhangaba, de três das seis espécies de Polistini e de apenas sete das 19 espécies de Epiponini, sendo que, em relação à quantidade de ninhos, Epiponini representou apenas 27% das amostragens, enquanto que Polistini representou 33% e Mischocyttarini 40% do total de ninhos amostrados. Desta forma, fica evidente que, apesar de Epiponini representar mais de 50% da abundância total de indivíduos coletados (Figura 10), a proporção de ninhos, quando comparada com as outras duas tribos é menor. Este fato confirma a colocação de LOCHER et al. (2014) quanto às proporções das abundâncias das tribos encontradas em inventários serem diferentes quando o método de coleta envolve apenas busca por ninhos, com Epiponini apresentando menores porcentagens de encontros de ninhos.

A tribo Epiponini, diferentemente de Polistini e Mischocyttarini, é composta por espécies enxameantes que podem apresentar ninhos de grandes dimensões e conseqüentemente grande abundância de indivíduos (JEANNE, 1991; CARPENTER; MARQUES, 2001) fator que certamente influencia na elevada ocorrência de espécimes deste grupo nas coletas ativas, mas não na busca por ninhos, já que, apesar de poder apresentar tamanho avantajado, estes ninhos podem ser bastante crípticos e muitas vezes estarem escondidos dentro de ocos de árvores, cavidades no solo ou misturados à vegetação (JEANNE, 1975; CARPENTER; MARQUES, 2001), dificultando a descoberta destes por parte do coletor.

As espécies *Polistes versicolor*, *Plt. acteon* e *Mischocyttarus rotundicollis* foram as espécies com maior número de ninhos encontrados nas trilhas (12, 8 e 8 respectivamente), sendo que a única espécie que apresentou ninhos em todas as trilhas foi *Plt. versicolor*. Todos os ninhos desta espécie foram encontrados aderidos à vegetação, utilizando a superfície abaxial de folhas ou galhos para a fixação (Figura 14f). Os ninhos de *Plt. acteon* foram também encontrados aderidos à vegetação, no entanto sempre se utilizando de galhos como substrato (Figura 14d), não tendo sido encontrados ninhos aderidos diretamente à folhagem. *Mischocyttarus rotundicollis* parece escolher seu local

de nidificação de forma a tornar o ninho muito críptico, dando preferência por locais de coloração próxima a do ninho, como barrancos, rochas ou folhagens secas, podendo usar como substrato de nidificação tanto a própria rocha, quanto raízes ou galhos próximos ao barranco (Figura 16). É importante ressaltar, que esta espécie também é comumente encontrada em áreas com edificações humanas, podendo utilizar madeira tratada, telhas ou concreto como substrato de nidificação (observação pessoal).

A trilha mais rica em espécies amostradas, Pesq. Estrada, foi também a trilha com maior número e maior riqueza de ninhos, com 27 deles distribuídos em 17 espécies (Tabela 7). Isso significa que foram encontrados ninhos de 58,8% das espécies amostradas nesta trilha, incluindo todas as espécies de *Mischocyttarus* e de *Polistes* observadas neste trecho. A elevada incidência de encontro de ninhos de espécies das tribos Mischocyttarini e Polistini nesta trilha indica uma preferência de muitas espécies destas tribos por nidificar nas bordas da mata, o que facilita sua visualização por parte do coletor.

Essa mesma proporção de riqueza de ninhos versus riqueza amostrada na trilha (58,8%) foi observada na trilha Nova Gokula, com 10 das 17 espécies amostradas e uma proporção um pouco menor foi observada na trilha Mãe d'água, com sete das 15 espécies amostradas, perfazendo 46,7% da riqueza (Tabela 7). Em contrapartida, dentre as espécies amostradas na trilha Pesq. Mata, foram encontrados apenas cinco ninhos, pertencentes a três espécies, o que representa 27,3% das espécies amostradas neste trecho. É importante notar que a trilha Pesq. Mata é, dentre as trilhas aqui analisadas, a com mata mais constante, fechada e sombreada, com sub-bosque denso e árvores altas o que pode resultar em elevada dificuldade de encontro de ninhos (SILVEIRA, 2002; SOUZA et al., 2010). Em trilhas com ambientes mais abertos e mais heterogêneos, como é o caso das outras três, a visualização de colônias pode ser mais fácil.

Tabela 7 - Número de ninhos de vespas sociais encontrados em cada uma das trilhas amostradas no município de Pindamonhangaba, SP.

Espécies	Número de ninhos encontrados na trilha				Total
	Nova Gokula	Pesq. Estrada	Pesq. Mata	Mãe d'água	
<i>Apoica pallens</i>	0	0	0	1	1
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	0	1	0	1	2
<i>Mischocyttarus declaratus</i>	0	1	1	0	2
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	0	1	0	0	1
<i>Mischocyttarus funerulus</i>	0	1	0	0	1
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i>	1	2	0	0	3
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i>	0	1	0	0	1
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i>	3	0	0	0	3
<i>Mischocyttarus paulistanus</i>	0	2	0	0	2
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	5	1	0	2	8
<i>Mischocyttarus socialis</i>	1	1	0	0	2
<i>Polistes acteon</i>	4	3	0	1	8
<i>Polistes cinerascens</i>	0	1	0	0	1
<i>Polistes versicolor</i>	5	3	3	1	12
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	0	1	0	1	2
<i>Polybia lugubris</i>	0	1	0	0	1
<i>Polybia minarum</i>	1	0	0	0	1
<i>Polybia occidentalis</i>	1	4	0	1	6
<i>Polybia punctata</i>	1	1	1	0	3
<i>Protopolybia exigua</i>	1	2	0	0	3
Total de ninhos	23	27	5	8	63
Riqueza de ninhos	10	17	3	7	20

Figura 13 - Ninhos das espécies (a) *Apoica pallens*; (b) *Mischocyttarus cassununga*; (c) *Mischocyttarus declaratus*; (d) *Mischocyttarus drewseni*; (e) *Mischocyttarus funerulus*; (f) *Mischocyttarus hoffmanni*; (g) *Mischocyttarus paraguayensis* e (h) *Mischocyttarus parallelogrammus* amostrados nas trilhas em Pindamonhangaba, SP.



Figura 14 - Ninhos das espécies (a) *Mischocyttarus paulistanus*; (b) *Mischocyttarus rotundicollis*; (c) *Mischocyttarus socialis*; (d) *Polistes acteon*; (e) *Polistes cinerascens*; (f) *Polistes versicolor*; (g) *Polybia fastidiosuscula* e (h) *Polybia lugubris* amostrados nas trilhas em Pindamonhangaba, SP.



Figura 15 - Ninhos das espécies (a) *Polybia minarum* (ninho encontrado em habitação humana na borda da trilha); (b) *Polybia occidentalis*; (c) *Polybia punctata* e (d) *Protopolybia exigua* amostrados nas trilhas em Pindamonhangaba, SP.

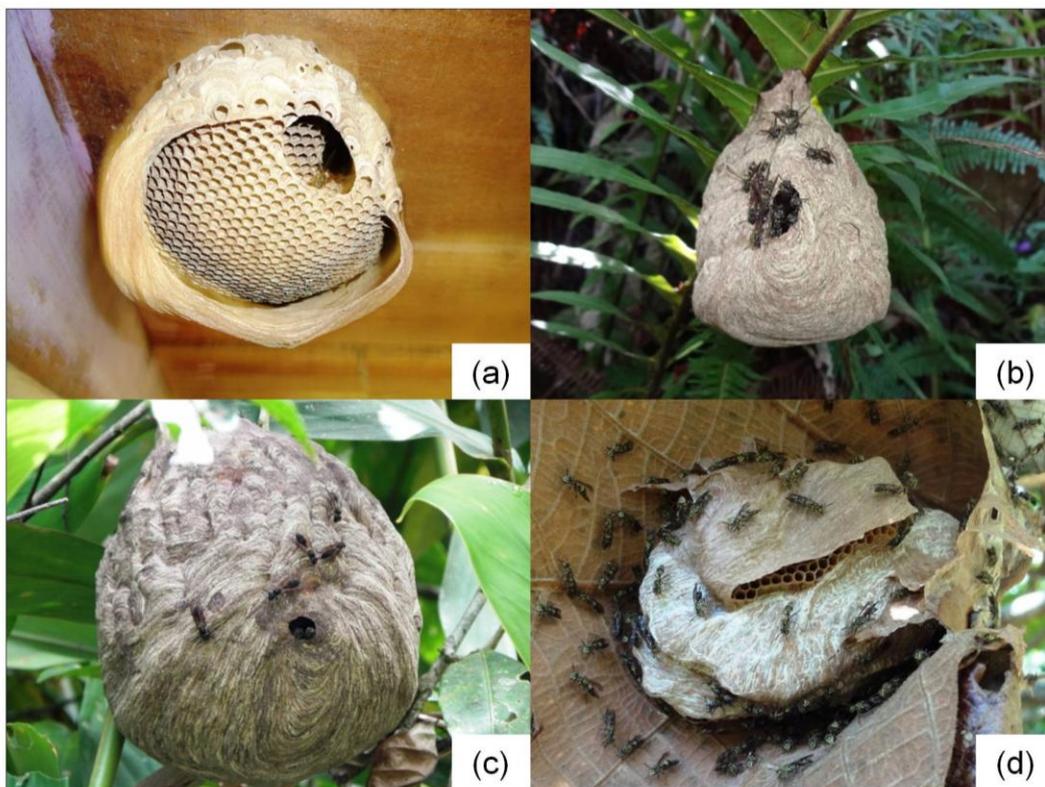


Figura 16 - Ninhos de *Mischocyttarus rotundicollis* encontrados em trilhas em Pindamonhangaba, SP, sendo o substrato de nidificação (a-d) rocha, (e) galho muito próximo a barranco e (f) galho em folhagem seca.



6. Conclusão

Apesar da riqueza esperada para a área ser maior do que o número de espécies amostrado, o resultado obtido para Pindamonhangaba se mostrou muito rico quando comparado com inventários de fauna do Bioma Mata Atlântica, sendo esta riqueza mais similar com os inventários realizados em altitudes semelhantes, no entanto apresentando elevada proporção de espécies exclusivas da área dentre os inventários comparados.

A espécie mais coletada em Pindamonhangaba, *Polistes versicolor*, é uma espécie muito adaptada, que ocorre tanto em ambientes de mata, como em ambientes degradados e com construções antrópicas, fator que explica a ocorrência constante e abundante da espécie, independente das características das trilhas.

Dentre as trilhas amostradas, a que apresenta vegetação menos fragmentada e com menor interferência humana foi a que obteve menor riqueza de vespas. Essa ausência de algumas espécies em uma trilha composta por mata fechada sugere que a riqueza de espécies de vespas sociais não deva ser utilizada como indicativo de uma área mais ou menos conservada, mas apenas para estabelecer se a área apresenta a diversidade de ambientes necessária para a nidificação de diferentes espécies, que pode incluir ambientes degradados e com construções, mas que favorecem a ocorrência de algumas espécies.

Na zona rural de Pindamonhangaba foram coletadas desde espécies consideradas comuns no Bioma Mata Atlântica, como *Agelaia multipicta*, *Polybia fastidiosuscula* e *Mischocyttarus cassununga* e espécies muito encontradas em ambientes urbanizados, como *Agelaia vicina* e *Polistes versicolor*, até espécies com ocorrência inédita para o Estado (*Mischocyttarus declaratus* e *M. funerulus*) e também espécies com poucos registros em inventários, como é o caso de *Mischocyttarus paulistanus*, *M. parallelogrammus*, *M. hoffmanni*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes deceptor* e *Polybia lugubris*, o que caracteriza a área amostrada como única quanto à diversidade de vespas sociais e muito importante como referência para os futuros estudos sobre estes insetos na região.

7. Referência Bibliográfica

- ALBUQUERQUE, C. H. B.; SOUZA, M. M.; CLEMENTE, M. A. Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 131-138. 2015.
- AMBIENTE, M. D. M. Guaratinguetá. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2006. Disponível em:
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M. A phylogenetic analysis of the social wasp genus *Brachygastra* Perty, 1833, and description of a new species (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3753, p. 1-38. 2012.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M.; NOLL, F. B. A phylogenetic analysis of *Synoeca* de Saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). **Entomologica Americana**, v. 115, n. 1, p. 81-89. 2009.
- ANDENA, S. R.; NOLL, F. B.; CARPENTER, J. M.; ZUCCHI, R. Phylogenetic analysis of the neotropical *Pseudopolybia* de Saussure, 1863, with description of the male genitalia of *Pseudopolybia vespiceps* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3586, p. 1-11. 2007.
- ARAB, A.; CABRINI, I.; ANDRADE, C. F. S. D. Diversity of Polistinae wasps (Hymenoptera, Vespidae) in fragments of Atlantic Rain Forest with different levels of regeneration in southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 515-525. 2010.
- ARAGÃO, M.; ANDENA, S. R. The social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) of a fragment of Atlantic Forest in southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 50, n. 23-24, p. 1-16. 2016.
- AUKO, T. H.; SILVESTRE, R. Composição faunística de vespas (Hymenoptera: Vespoidea) na Floresta Estacional do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 292-299. 2013.
- CALDAS, J. **Serra da Mantiqueira: Onde nascem as águas**. [S.l]: Zona Internet Business & Graphic Design, 2003. 179pp.
- CAPÍTULO. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) do Parque Estadual de Campos do Jordão. 1.
- CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, v. 7, n. 1, p. 11-38. 1982.

- CARPENTER, J. M.; RASNITSYN, A. P. Mesozoic Vespidae. **Psyche**, v. 97, n. 1-2, p. 1-20. 1990.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespidae)**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, 2001. 147p.
- CLEMENTE, M. A. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes fitofisionomias do CentroLeste do Estado de São Paulo**. 2015. 219 p. (Tese de Doutorado). Zoology, UNESP, Rio Claro, SP, 2015.
- COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. User's Guide and application published at: <<http://purl.oclc.org/estimates>> 2009.
- CORÓ, S. L. **Influência do tamanho do fragmento na diversidade de Hymenoptera Sociais (Apidae; Apinae: Apini, Vespidae; Polistinae, Formicidae) em fragmentos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Estado de São Paulo: uma análise preliminar**. 2010. 146 p. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, Ribeirão Preto, 2010.
- DE OLIVEIRA, O. A. L.; NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Foraging behavior and colony cycle of *Agelaia vicina* (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 19, n. 1, p. 4-11. 2010.
- ELISEI, T.; NUNES, J. V. E.; RIBEIRO-JUNIOR, C.; FERNANDES-JUNIOR, A. J.; PREZOTO, F. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 958-964. 2010.
- EVANS, H. E.; WEST-EBERHARD, M. J. **The wasps**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1970. 265pp.
- GOBBI, N.; ZUCCHI, R. On the ecology of *Polistes versicolor versicolor* (Olivier) in southern Brazil. (Hymenoptera, Vespidae, Polistini). I - Phenological account. **Naturalia**, v. 5, p. 97-104. 1980.
- GOBBI, N.; ZUCCHI, R. On the ecology of *Polistes versicolor versicolor* (Olivier) in southern Brazil. (Hymenoptera, Vespidae, Polistini). II - Colonial productivity. **Naturalia**, v. 10, p. 21-25. 1985.
- GOBBI, N.; NOLL, F. B.; PENNA, M. A. H. "Winter" aggregations, colony cycle, and seasonal phenotypic change in the paper wasp *Polistes versicolor* in subtropical Brazil. **Naturwissenschaften**, v. 93, p. 487-494. 2006.
- GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the

northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 428-431. 2009.

GONZÁLEZ, J. A.; NASCIMENTO, F. S.; GAYUBO, S. F. Observations on the winter aggregates of two polistine paper wasps (Hymenoptera Vespidae Polistinae). **Tropical Zoology**, v. 15, p. 1-4. 2002.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica*. 4: 9pp. p. 2001.

HERMES, M. G.; KÖHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 268-274. 2006.

HUNT, J. H. **The evolution of social wasps**. Oxford University Press, 2007. 259p.

HUNT, J. H.; JEANNE, R. L.; KEEPING, M. G. Observations on *Apoica pallens*, a nocturnal neotropical social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae, Epiponini). **Insect Socioux**, v. 42, n. 3, p. 223-236. 1995.

INSTITUTO FLORESTAL. Pindamonhangaba: Inventário Florestal do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo de São Paulo, 2001. Disponível em: <http://s.ambiente.sp.gov.br/sifesp/pindamonhangaba.pdf>

INSTITUTO FLORESTAL. Inventário Florestal da Cobertura Vegetal Nativa do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/noticias/MAPA.pdf>

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

JEANNE, R. L. The adaptiveness of social wasp nest architecture. **The Quarterly Review of Biology**, v. 50, n. 3, p. 267-287. 1975.

JEANNE, R. L. The swarm-founding Polistinae. In: ROSS, K. G.; R.W.MATTHEWS (Ed.). **The social biology of wasps**. 1. New York: Cornell University, 1991. p.191-231.

KÖHLER, A. Floral preferences of the polistine wasp *Polistes versicolor versicolor* Olivier, 1792 (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae, Polistini) in Santa Cruz do Sul, Southern Brazil. **Biociências**, v. 16, n. 2, p. 162-165. 2008.

- KUMAR, A.; LONGINO, J. T.; COLWELL, R. K.; O'DONNELL, S. Elevational patterns of diversity and abundance of eusocial paper wasps (Vespidae) in Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 3, p. 338-346. 2009.
- LIMA, A. C. O.; CASTILHO-NOLL, M. S. M.; GOMES, B.; NOLL, F. B. Social wasp diversity (Vespidae, Polistinae) in a forest fragment in the northeast of São Paulo state sampled with different methodologies. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 613-623. 2010.
- LOCHER, G. A.; TOGNI, O. C.; SILVEIRA, O. T.; GIANNOTTI, E. The Social Wasp Fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 225-233. 2014.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora UFPR, 2013. 261p.
- MECHI, M. R. **Levantamento da fauna de vespas aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado**. 1996. 237p p. (Doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.
- MELO, A. C.; SANTOS, G. M. M.; CRUZ, J. D.; MARQUES, O. M. Vespas Sociais (Vespidae). In: JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. (Ed.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. cap. 11, p.244-257.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792. 2000.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858. 2000.
- OLIVEIRA, S. A.; CASTRO, M. M.; PREZOTO, F. Foundation pattern, productivity and colony success of the paper wasp, *Polistes versicolor*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 125, p. 1-10. 2010.
- PICKETT, K. M.; WENZEL, J. W. Revision and cladistic analysis of the nocturnal social wasp genus, *Apoica* Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3562, p. 1-30. 2007.
- PREZOTO, F.; CLEMENTE, M. A. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota, Belo Horizonte**, v. 3, n. 4, p. 22-32. 2010.
- PREZOTO, F.; SANTOS-PREZOTO, H. H.; MACHADO, V. L. L.; ZANUNCIO, J. C. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 707-709. 2006.

- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; CORTES, S. A. O.; ELISEI, T. Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. In: PINTO, A. D. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. (Ed.). **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba: Editora CP2, 2007. p.123-126.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; GUIMARÃES, D. L.; ELISEI, T. Vespas sociais e o controle biológico de pragas: atividade forrageadora e manejo das colônias. In: VILELA, E. F.; SANTOS, I. A. D.; SCHOEREDER, J. H.; SERRÃO, J. E.; CAMPOS, L. A. D. O.; LINO-NETO, J. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora UFV, 2008. cap. 26, p.413-427.
- RAW, A. Population densities and biomass of neotropical social wasps (Hymenoptera, Vespidae) related to colony size, hunting range and wasps size. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 815-822. 1998.
- RICHARDS, O. W. **The social wasps of the Americas excluding the Vespinae**. London: British Museum (Natural History), 1978. 580p.
- RODRIGUES, V. M.; MACHADO, V. L. L. Vespídeos sociais: espécies do Horto Florestal "Navarro de Andrade" de Rio Claro, SP. **Naturalia**, v. 7, p. 173-175. 1982.
- RODRIGUES, W. C. **DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário**. Entomologistas do Brasil. Disponível em: <Erro! A referência de hiperlink não é válida. 33 p. 2015.
- SAMWAYS, M. J.; MCGEOCH, M. A.; NEW, T. R. **Insect Conservation: A Handbook of Approaches and Methods**. New York: Oxford University Press Inc., 2011. 440p.
- SANTOS, G. M. M.; BICHARA FILHO, C. C.; RESENDE, J. J.; CRUZ, J. D.; MARQUES, O. M. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 180-185. 2007.
- SÃO PAULO. **Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000.
- SILVA, M.; NOLL, F. B. Biogeography of the social wasp genus *Brachygastra* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). **Journal of Biogeography**, v. doi: 10.1111/jbi.12417. 2014.
- SILVEIRA, O. T. Surveying Neotropical social wasps: an evaluation of methods in the "Ferreira Penna" Research Station (ECFPn), in Caxianã, PA, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, p. 299-323. 2002.

- SILVEIRA, O. T. Revision of the subgenus *Kappa* de Saussure of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym.; Vespidae, Polistinae, Mischocyttarini). **Zootaxa**, v. 1321, p. 3-108. 2006.
- SILVEIRA, O. T. Phylogeny of wasps of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 510-549. 2008.
- SOUZA, A. R.; PREZOTO, F. Aggressive interactions for a decentralized regulation of foraging activity in the social wasp *Polistes versicolor*. **Insect Sociaux**, v. 59, p. 463-467. 2012a.
- SOUZA, A. R.; PREZOTO, F. Regulation of worker activity in the social wasp *Polistes versicolor*. **Insect Sociaux**, v. 59, p. 193-199. 2012b.
- SOUZA, A. R.; SILVA, N. J. J.; PREZOTO, F. A rare but successful reproductive tactic in a social wasp (Hymenoptera:Vespidae): Use of heterospecific nests. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 85, p. 351-355. 2012a.
- SOUZA, M. M.; SILVA, M. J.; SILVA, M. A.; ASSIS, N. R. G. A capital dos marimbondos - vespas sociais Hymenoptera, Vespidae do município de Barroso, Minas Gerais. **MG Biota**, v. 1, n. 3, p. 24-38. 2008.
- SOUZA, M. M.; LOUZADA, J.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in southeast Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 387-396. 2010.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; SILVA-FILHO, R.; LADEIRA, T. E. Community of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Semideciduous Seasonal Montane Forest. **Sociobiology**, v. 62, n. 4, p. 598-603. 2015a.
- SOUZA, M. M.; SILVA, H. N. M.; DALLO, J. B.; MARTINS, L. F.; MILANI, L. R.; CLEMENTE, M. A. Biodiversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) at altitudes above 1600 meters in the Parque Estadual da Serra do Papagaio, State of Minas Gerais, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 3, p. 174-179. 2015b.
- SOUZA, M. M. D.; PIRES, E. P.; FERREIRA, M.; LADEIRA, T. E.; PEREIRA, M.; ELPINO-CAMPOS, Á.; ZANUNCIO, J. C. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota**, v. 5, n. 1, p. 4-20. 2012b.
- SPRADBERY, J. P. **Wasps: An account of the biology and natural history of solitary and social wasps**. Seattle: University of Washington Press, 1973. 408p.
- TANAKA JUNIOR, G. M.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps on Semideciduous Seasonal Forest fragments with different surrounding matrix in Brazil. **Psyche**, v. 2011. 2011.

- TOGNI, O. C. **Biologia e ecologia comportamental da vespa eussocial primitiva *Mischocyttarus (Megacanthopus) parallelogrammus* (Hymenoptera, Vespidae)**. 2014. 158 p. (Doutorado). Zoology, Universidade Estadual Paulista (UNEPS, Rio Claro - SP, 2014).
- TOGNI, O. C.; LOCHER, G. A.; GIANNOTTI, E.; SILVEIRA, O. T. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) in an Area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10-17. 2014.
- TORRES, R. F.; TORRES, V. O.; SÚAREZ, Y. R.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Effect of the habitat alteration by human activity on colony productivity of the social wasp *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 1, p. 100-106. 2014.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7ed. Cole: Thomson Books, 2005. 864pp.
- VIRGÍNIO, F.; MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C. Novas contribuições para o conhecimento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) para Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Entomotropica**, v. 31, n. 26, p. 221-226. 2016.
- WILSON, E. O. **Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects**. Oldendorf/Luhe: Ecology Intitute, 1990. 104pp.
- ZIKÁN, J. F. **O gênero *Mischocyttarus* Saussure (Hym. Vespidae), com descrição de 82 espécies novas**. Estado do Rio de Janeiro: Parque Nacional do Itatiáia, 1949. 251p.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F.; NOLL, F. B.; MECCHI, M. R.; MATEUS, S.; BAIO, M. V.; SHIMA, S. N. *Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, p. 129-137. 1995.

Estudo comparativo da comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em dois gradientes altitudinais na Serra da Mantiqueira

Sumário

1.	Resumo	136
2.	Introdução.....	137
3.	Objetivos.....	140
4.	Material e Métodos	141
4.1	Áreas de coleta	141
4.2	Descrição das trilhas	143
4.3	Método de coleta.....	146
4.4	Autorizações de coletas	147
4.5	Identificação do material.....	147
4.6	Análises.....	147
5.	Resultados e Discussão	148
6.	Conclusão.....	161
7.	Referências Bibliografias	162

1. Resumo

Adaptações para a manutenção de temperatura na colônia em conjunto com a capacidade ou a necessidade de nidificar em diferentes tipos de substratos e vegetação indicam que algumas espécies de vespas sociais podem ocorrer em ambientes com vegetação e clima variados, assim como em altitudes diferentes. O objetivo deste trabalho foi comparar a fauna de vespas sociais amostrada em dois gradientes de altitudes avaliando a variação da riqueza, da composição da fauna e da abundância deste grupo de insetos, de acordo com a variação da altitude dentro de um mesmo Bioma. Para isso as comunidades de vespas sociais foram amostradas ao longo de dois gradientes altitudinais na Serra da Mantiqueira, um com quatro trilhas variando entre altitudes de 500 e 1.000 metros e outro com quatro trilhas variando entre altitudes de 1.500 e 2.000 metros. Um total de 37 espécies foi coletado, com 29,7% desta riqueza amostrada em ambos os gradientes, 8,1% exclusivamente no gradiente A (1.500 – 2.000 metros) e 62,2% exclusivamente no gradiente B (500 – 1.000 metros), totalizando 14 espécies no gradiente A, 34 no gradiente B, sendo que o índice de similaridade de Bray-Curtis entre os dois gradientes foi de apenas 0,25. Esta baixa porcentagem de espécies exclusivas no gradiente A e elevada no gradiente B indica que as condições ambientais da elevada altitude podem ser um fator limitante na ocorrência de algumas espécies de vespas. A altitude apresenta desta forma, grande influência na composição da comunidade de vespas sociais, já que podem ocorrer diferentes micro-habitat e microclimas nos gradientes, características importantes tanto para a utilização de diferentes substratos para nidificação quanto para a manutenção da temperatura da colônia.

Palavras-chave: Mischocyttarini, Polistini, Epiponini, Mata Atlântica, Ninhos.

2. Introdução

A Serra da Mantiqueira, que constitui um dos mais importantes conjuntos orográficos brasileiros, faz parte em sua íntegra do Bioma Mata Atlântica e é reconhecida como patrimônio nacional pela Constituição Brasileira de 1988 e como uma das Reservas da Biosfera pela UNESCO. A influência da altitude na temperatura e na pluviosidade determina uma marcante individualidade climática, modificando nas áreas mais elevadas a típica tropicalidade, própria de sua posição geográfica para um clima tropical de altitude. A Serra da Mantiqueira é uma área de domínio das regiões florísticas da araucária, da floresta atlântica e dos campos do Brasil Meridional (SÃO PAULO, 2006), que correspondem aos complexos sistemas de floresta ombrófila densa e floresta ombrófila mista (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

As mudanças gerais que ocorrem com a elevação altitudinal são expressas no tipo de vegetação, nos recursos geomórficos e hidrológicos e incluem alterações na temperatura, precipitação, pressão atmosférica do ar, turbulências atmosféricas, velocidade do vento e radiação (BARRY, 1992). Apesar de todas essas alterações ambientais que podem ocorrer em uma pequena distância horizontal devido à elevação da altitude, muitas espécies de insetos podem se distribuir ao longo destes diferentes gradientes altitudinais. A diferença de altitude pode influenciar, no entanto, diretamente em algumas espécies de insetos, gerando polimorfismos, diferenças no tamanho e cor e diferenças fisiológicas, ou indiretamente, causando efeito nas populações de plantas hospedeiras, espécies competidoras ou parasitóides e predadores. A composição de espécies das comunidades de insetos pode também sofrer alterações com a mudança de altitude, no entanto os mecanismos que determinam a variação altitudinal na riqueza de espécies ainda são pouco entendidos (HODKINSON, 2005).

Hymenoptera é uma ordem abundante com comportamentos e especializações únicas no mundo dos insetos (EVANS; WEST-EBERHARD, 1970). Do ponto de vista econômico, esta é a ordem de insetos que provavelmente apresenta maiores benefícios, já que contêm os mais importantes polinizadores, além da grande maioria das espécies de parasitóides e predadores de insetos pragas (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005). A ordem Hymenoptera é composta pelos

insetos conhecidos popularmente como formigas, abelhas e vespas, sendo que as vespas vêm sendo um objeto de estudo muito admirado pelos pesquisadores, principalmente na área de comportamento animal, já que é um grupo que apresenta espécies desde solitárias até eussociais, representando claramente a evolução da sociedade nos insetos (EVANS; WEST-EBERHARD, 1970; WILSON, 1990; HUNT, 2007).

O mais alto grau evolutivo do comportamento social, denominado de eussocialidade, é definido pela combinação de três fatores: cuidado cooperativo com a prole, sobreposição de gerações e divisão dos membros da colônia em reprodutivos e não reprodutivos (WILSON, 1990). A família Vespidae pertence à subordem Apocrita e é dividida em sete subfamílias: Priorvespinae, Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae, sendo a primeira já extinta e as três últimas, representantes de espécies sociais (CARPENTER, 1982; CARPENTER; RASNITSYN, 1990).

As vespas sociais constroem ninhos, usurpam ninhos pré-existentes ou ocupam cavidades para nidificar (CARPENTER; MARQUES, 2001). Estes ninhos apresentam inúmeras formas, com diferentes arquiteturas e locais de nidificação (WENZEL, 1998), podendo ser construídos na superfície de folhas, sobre ou dentro de construções humanas ou troncos de árvores, presos a ramos vegetais ou até em buracos no solo (HENRIQUES et al., 1992; RAW, 1998; CARPENTER; MARQUES, 2001).

Abelhas e vespas podem modificar em larga escala a temperatura corpórea, sendo que imóvel, a temperatura tende a ser muito próxima a do ambiente. No entanto, ao realizar movimentos, que podem inclusive ser movimentos musculares pouco visíveis, esta temperatura pode subir consideravelmente, podendo ocorrer variações de até 20°C em algumas espécies da região temperada (Verfasser, 1925 apud HIMMER, 1932). HIMMER (1932) indica que espécies de Vespinae e de Polistinae em regiões temperadas apresentam uma temperatura ótima do ninho para o desenvolvimento da prole, gerando um maior sucesso da colônia. No entanto, o desenvolvimento das vespas não se restringe a apenas esta temperatura, podendo ocorrer desenvolvimento mais lento, porém contínuo, mesmo abaixo da temperatura ideal. A localização do ninho e sua arquitetura são os mecanismos primários usados pelos insetos sociais para regular de forma passiva o microclima do interior do ninho (JONES; OLDROYD, 2007). JEANNE e MORGAN (1992) relataram

desenvolvimento mais rápido da prole de *Polistes fuscatus* em zonas temperadas quando os ninhos eram construídos em locais aquecidos pelo sol, resultando em um maior sucesso da colônia. Em caso de aquecimento excessivo gerado pelo local de nidificação, as vespas podem, segundo HIMMER (1932), se utilizar de meios para resfriar o ninho, como ventilação ou utilização de gotículas de água nas células. Outra forma de regular a temperatura em caso de resfriamento rápido do ambiente é pela retirada da água das paredes do ninho. A localização dos imaturos no ninho pode também influenciar no desenvolvimento dos mesmos, já que existem regiões mais estáveis quanto à temperatura dentre as células onde os ovos são colocados, possibilitando manutenção da temperatura tanto pela disposição dos imaturos no ninho quanto pela manutenção realizada pelos adultos.

Polybia paulista e *P. occidentalis*, vespas da subfamília Polistinae, apresentam relação entre a regulação da temperatura interna do ninho e sua arquitetura, sugerindo que este gênero, pertencente à tribo Epiponini, apresente uma arquitetura de ninho favorável à manutenção da temperatura da colônia, principalmente devido ao isolamento gerado pelo envelope presente nos ninhos fragmocítaros e aos espaços entre as camadas de células, registrando variação menor de temperatura nas áreas centrais, mesmo sem a presença da colônia em seu interior (HOZUMI et al., 2005). Esses autores demonstraram que a presença do envelope em ninhos de *Polybia* aumenta a capacidade de manutenção da temperatura da colônia, embora não tanto como foi registrado para espécies de Vespinae, que apresentam envelopes com camadas múltiplas de material. A colônia também pode ser responsável pela termorregulação do ninho de forma ativa, como foi demonstrado por HOZUMI et al. (2010) para a espécie *Polybia scutellaris*, que apresenta temperatura do ninho mais constante com a presença da colônia (em torno de 27°C) e mais próxima da temperatura ambiente nos ninhos abandonados.

Todas estas adaptações à manutenção de uma temperatura ótima para o desenvolvimento das colônias, que podem ocorrer nas vespas sociais, em conjunto com a capacidade ou a necessidade de nidificar em diferentes tipos de substratos e vegetação, indicam que algumas espécies podem ocorrer em ambientes com vegetação e clima variados, assim como em altitudes variadas. No Brasil foram realizados apenas dois inventários de fauna de vespa sociais com o foco do estudo na diferença das comunidades em diferentes gradientes altitudinais (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015b), com os principais resultados

sendo uma menor riqueza nas áreas mais elevadas e maior número de espécies que apresentam fundação por enxameamento e que constroem ninhos com envelope protetor nestas áreas (ALBUQUERQUE et al., 2015).

3. Objetivos

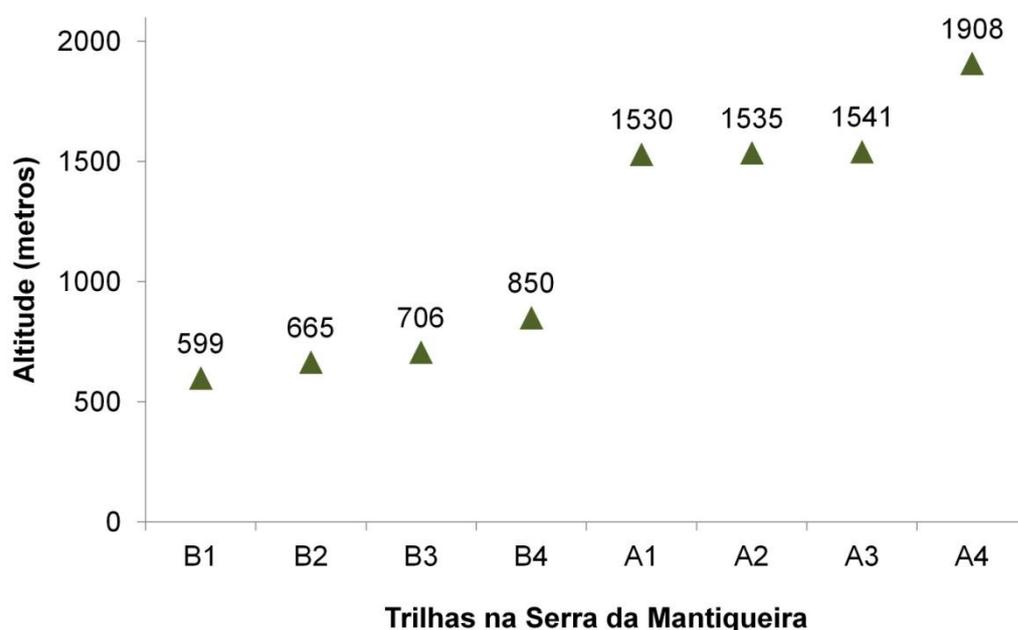
O objetivo deste trabalho foi comparar a fauna de vespas sociais amostrada em dois gradientes de altitudes avaliando a variação da riqueza, da composição da fauna e da abundância deste grupo de insetos de acordo com a variação da altitude dentro de um mesmo Bioma.

4. Material e Métodos

4.1 Áreas de coleta

Foram selecionados dois gradientes altitudinais para realização de coletas na Serra da Mantiqueira, sendo o mais baixo (gradiente “B”) entre 500 metros e 1.000 metros de altitude, e o mais elevado (gradiente “A”) entre 1.500 e 2.000 metros de altitude. Em cada um desses gradientes foram demarcadas quatro trilhas de um quilômetro cada, sendo que as trilhas foram denominadas segundo sua altitude média, variando da mais baixa B1 no gradiente de 500 a 1.000 metros até a mais elevada B4, e dentre o gradiente mais alto (1.500-2.000m), da mais baixa A1 até a mais elevada A4 (Figura 1). Todas as trilhas apresentavam em sua composição ocorrência de estrato arbustivo denso em ao menos parte dela, tendo sido, portanto excluído da escolha de trilhas, áreas com presença exclusiva de campos.

Figura 1 - Altitudes médias das trilhas amostradas nos dois gradientes altitudinais (de 500 a 1.000 metros – trilhas B1, B2, B3, B4 e de 1.500 a 2.000 metros – trilhas A1, A2, A3 e A4) na Serra da Mantiqueira.

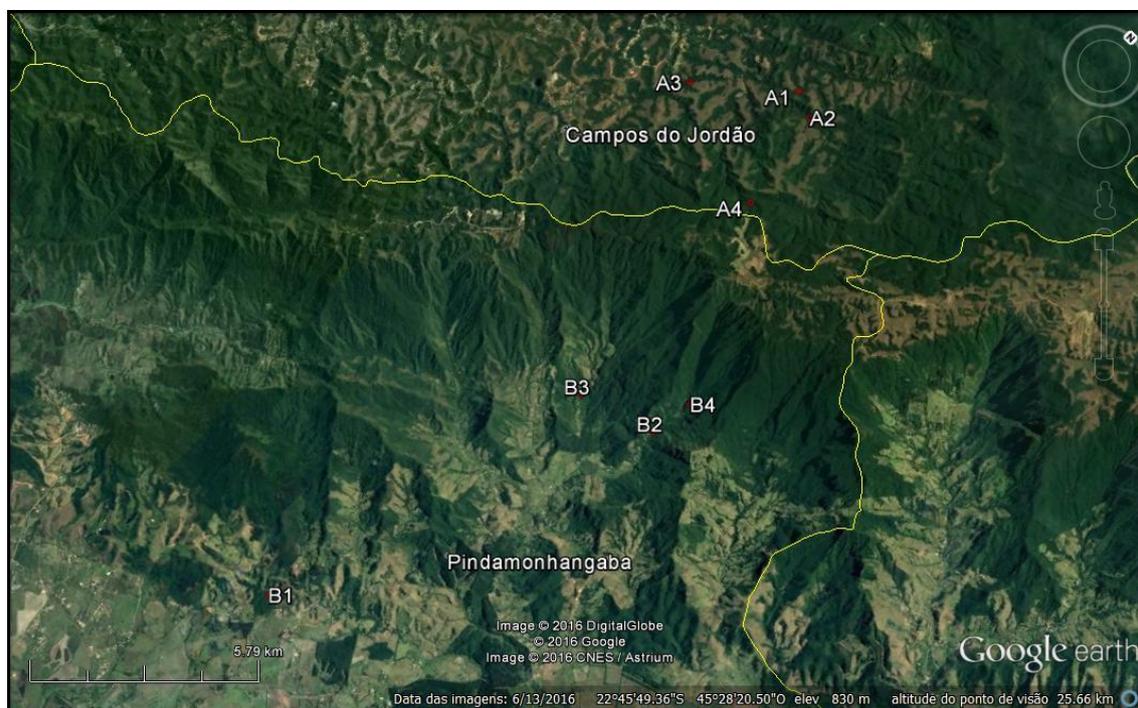


As trilhas pertencentes ao gradiente altitudinal A (de 1.500 a 2.000 metros) se localizam no município de Campos do Jordão, no Estado de São Paulo (22°40'17"S e 45°27'33"O) e ficam inseridas dentro das mediações do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) localizado na região norte do município (Figura 2). O

Parque abrange uma área de 8.200 ha, sendo o ponto mais alto do Parque a 2.007 metros de altitude e o mais baixo a 1.030 metros. A vegetação encontrada na área é bastante diversa, incluindo as matas de *Araucaria* e *Podocarpus*, latifoliada com araucária, alta latifoliada, baixa latifoliada, campos, samambaias e vegetações aquáticas e de brejos (SEIBERT et al., 1975), correspondendo aos complexos sistemas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista (INSTITUTO FLORESTAL, 2009) que fazem parte do Bioma Mata Atlântica (Lei N° 11.428, de 22 de dezembro de 2006). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é Cfb, ou seja, clima subtropical de altitude, mesotérmico e úmido, sem estiagem, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C. Por apresentar elevada variação de altitude, as temperaturas podem também variar em uma pequena escala geográfica, ocorrendo temperaturas mais baixas nas áreas de maiores altitudes, assim como nas baixadas de terrenos alagadiços (SEIBERT et al., 1975).

As trilhas pertencentes ao gradiente altitudinal “B” (de 500 a 1.000 metros de altitude) se localizam na zona rural do município de Pindamonhangaba (Figura 2), Estado de São Paulo (22°55'30.25"S, 45°27'54.32"O) em áreas particulares ou estradas, sendo três destas (B2, B3 e B4) inseridas na APA - Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira segundo o Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo (2000). A vegetação encontrada no município pertence ao Bioma Mata Atlântica (CALDAS, 2003), compreendendo áreas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista nas regiões mais altas nas serras, Floresta Estacional Semidecidual nos fortes das serras e vale e alguns pontos isolados de Savana (Cerrado) (INSTITUTO FLORESTAL, 2009). O clima regional classifica-se em Cwa (quente com inverno seco) segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 21°C, média do mês mais quente acima de 23°C e precipitação pluvial anual média de 1.300 mm.

Figura 2 - Localização das trilhas na Serra da Mantiqueira na imagem de satélite obtida com o programa GoogleEarth, com indicação dos municípios onde se localizam as trilhas (linha amarela indica limites de municípios).



4.2 Descrição das trilhas

A trilha A1 (Figura 3 – A1) se localiza próxima ao Rio Sapucaí, mas com um declive acentuado entre a trilha e o rio e apresenta altitudes variando ao longo do trajeto entre 1.518m e 1.542m. Esta trilha é uma trilha estreita utilizada pelos turistas para passeio a pé, não sendo possível a utilização de automóveis. A vegetação é composta por mata de *Araucaria* e *Podocarpos*, com uma comunidade densa e indivíduos de *Araucaria* bastante altos que se destacam na paisagem, interrompida vez ou outra (principalmente nas áreas mais altas) por campos naturais e também por uma vegetação denominada por SEIBERT et al. (1975) como samambaiá, composto em sua maioria por espécies de *Gleichenia* (principalmente nas áreas fortemente inclinadas) e outros elementos esporádicos, como espécies de *Chusquea* (gramíneas bambusóideas).

A A2 (Figura 3 – A2) é uma estrada de terra usada por turistas para passeios a pé ou de bicicleta, sendo que é possível a ocorrência esporádica de automóveis na mesma para locomoção de funcionários do Parque. A trilha beira em quase sua totalidade um riacho, sendo sua vegetação composta em sua maioria por mata

latifoliada, com a presença esporádica de *Araucaria* que sobressai ao nível comum das copas. O extrato arbustivo é bastante denso, principalmente nas margens do riacho. Próximo à margem da trilha é possível visualizar uma habitação humana por poucos metros, no entanto não foram realizadas coletas diretamente nas construções. A altitude da trilha varia entre 1.525 metros e 1.545 metros de altitude.

A A3 (Figura 3 – A3) é uma trilha estreita próxima ao Ribeirão Canhambora utilizada por turistas para caminhadas e passeios de bicicleta, podendo ocorrer a utilização de motocicletas por parte dos funcionários na mesma. Esta trilha apresenta pouca variação altitudinal ao longo de seu relevo, sendo a menor altitude 1.537 metros e a máxima de 1.544 metros. A vegetação encontrada aqui é composta por mata de *Araucaria* e *Podocarpus*, sendo que nas áreas que margeiam o ribeirão o extrato arbustivo é mais denso com ocorrência elevada de pteridófitas.

A trilha A4 (Figura 3 – A4) ocorre em uma estrada de terra pouco movimentada em uma região composta por mata baixa latifoliada de nível superior, que reúne formações latifoliadas, cerradas, composta por árvores baixas e elevada densidade de indivíduos, também denominada de mata nebulosa devido à presença de nevoeiros e umidade relativa elevada (SEIBERT et al., 1975). A altitude nesta trilha varia entre 1.873 metros até 1.942 metros de altitude.

Figura 3 - Trilhas A1, A2, A3 e A4 em Campos do Jordão, SP.



A trilha B1 (Figura 4 - B1) se localiza em uma região bastante alterada quanto à vegetação, com muitas plantações de eucalipto e pastagens no entorno e consiste numa estrada de terra para trânsito de veículos, utilizada pela comunidade local. A trilha se encontra em um pequeno fragmento de mata secundária, com plantações de eucalipto e pastagens nas bordas, sendo possível inclusive visualizar eucaliptos da trilha. Na margem interna da trilha ocorrem gramíneas e alguns barrancos cobertos por pteridófitas. A trilha passa por uma nascente de água, no entanto a trilha não acompanha o riacho em toda sua extensão. A altitude varia de 586 a 611 m de altitude e é a trilha localizada mais ao sul da zona rural noroeste de Pindamonhangaba, sendo ela a mais próxima da zona urbana. Não existem quaisquer edificações ao longo do quilômetro analisado, com exceção da ocorrência de postes de eletricidade e cercas (de madeira ou concreto).

A trilha B2 (Figura 4 - B2) ocorre em uma estrada de terra na qual transitam veículos com frequência e se encontra na APA da Serra da Mantiqueira. A trilha margeia em sua integra o Ribeirão Grande que nasce no alto da Serra da Mantiqueira, sendo, portanto, composta em um dos seus lados integralmente por mata ciliar e no outro por áreas de mata secundária e pastos, gerando assim, uma trilha com diversos micro-habitat, como vegetação ribeira, árvores altas e áreas com gramíneas. Ao longo da trilha as únicas edificações são pontes de madeira, e também ocorrem cercas e postes, podendo estes ser de madeira ou concreto. A altitude mínima da trilha é de 630 m e a máxima de 700 m.

A trilha B3 (Figura 4 - B3) se encontra na base da Serra da Mantiqueira em uma Área de Proteção Ambiental (APA da Serra da Mantiqueira) onde funciona a ASMF-NG, Área de Soltura e Monitoramento de Fauna de Nova Gokula, reconhecida pelo IBAMA. A trilha é estreita e utilizada por pessoas da comunidade para caminhadas, sendo que a altitude varia de 680 a 732 m de altitude. É composta por matas secundárias e margeia um riacho por aproximadamente 400 m, onde ocorre mata ciliar. A trilha passa por duas construções humanas de porte pequeno, sendo que não foram coletados indivíduos ou ninhos dentro das construções, apenas nos jardins das mesmas. Na margem interna da trilha ocorrem, em alguns pontos, gramíneas e alguns barrancos cobertos por pteridófitas. O fragmento no qual a trilha está inserida apresenta plantações de eucalipto, pastos e áreas com edificações como borda.

A trilha B4 (Figura 4 - B4) é estreita, muito pouco utilizada, apresenta vegetação conservada, bastante densa e, inclusive, com a maior parte da trilha sombreada. Não existe corpo d'água acompanhando a trilha, apesar do Ribeirão Grande se localizar nas proximidades. O fragmento de mata onde a trilha está inserida faz parte da APA da Serra da Mantiqueira e é bastante extenso, sendo margeado nas menores altitudes por áreas com construções ou plantações de eucalipto e se estendendo até o alto da Serra da Mantiqueira. A altitude da trilha varia de 790 m até 910 m.

Figura 4 - Trilhas B1, B2, B3, B4 em Pindamonhangaba, SP.



4.3 Método de coleta

Dois coletores realizaram cinco dias de coletas em cada uma das trilhas, utilizando o método coleta ativa, que consiste na procura ativa dos indivíduos ao longo das trilhas e na coleta com auxílio de rede entomológica. As coletas ocorreram no horário de maior atividade forrageadora de vespas sociais neotropicais, entre 10 e 16 horas (PREZOTO et al., 2008; GOMES; NOLL, 2009), sendo que foi estipulado que estas seriam iniciadas apenas quando a temperatura ambiente alcançasse um mínimo de 15°C e não houvesse precipitação, de forma a manter um padrão mínimo para iniciar a coleta. As coletas foram realizadas durante todo o percurso demarcado

para cada trilha e a cada 50 metros de caminhada foi realizado um ponto focal. O ponto focal consiste na permanência de ambos os coletores por 3 minutos em cada ponto coletando as vespas sociais com auxílio de rede entomológica na vegetação ao redor do ponto estabelecido. Os indivíduos coletados foram mortos com álcool etílico absoluto 99,5% PA ACS.

4.4 Autorizações de coletas

As coletas em Campos do Jordão e em Pindamonhangaba contaram com as devidas autorizações com finalidade científica de coleta e transporte de material biológico emitidas em 02/10/2012 pelo Ministério do Meio Ambiente, Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISBIO), sob o número 36366-1. As coletas dentro do Parque Estadual de Campos do Jordão foram aprovadas e autorizadas pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo - Instituto Florestal por meio da Carta COTEC - nº. 108/2013 D175/2012 PGH, emitida em 08/03/2013.

4.5 Identificação do material

As espécies foram identificadas pela utilização de chaves dicotômicas de identificação de gêneros e espécies (ZIKÁN, 1949; RICHARDS, 1978; CARPENTER; MARQUES, 2001; SILVEIRA, 2006; ANDENA et al., 2007; PICKETT; WENZEL, 2007; SILVEIRA, 2008; ANDENA et al., 2009; ANDENA; CARPENTER, 2012) e por meio de comparações com exemplares da coleção de vespas sociais do Departamento de Zoologia (UNESP – Rio Claro) e do Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém (PA).

4.6 Análises

Índices de similaridade de Bray-Curtis, que comparam de forma quantitativa as amostras, usando tanto os dados de riqueza, quanto de abundância das espécies obtidos para cada trilha, foram calculados com o programa PAST– versão 3.12 (HAMMER et al., 2001) aos pares entre as amostras obtidas nas trilhas, assim como entre as amostradas totais obtidas para os dois gradientes de altitudes.

Para comparar a similaridade das amostras obtidas nas trilhas foi feita uma análise de agrupamento também com o programa PAST– versão 3.12 (HAMMER et al., 2001) utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis.

5. Resultados e Discussão

Foram amostrados nestes dois gradientes altitudinais um total de 37 espécies (Tabela 1), no entanto estas não são as únicas espécies encontradas nesta região da Serra da Mantiqueira, como pode ser visto nos capítulos 1 e 2, que acrescentam espécies com ocorrência amostrada fora da trilha e/ou na trilha composta exclusivamente por campos, a qual não foi utilizada nesta comparação.

29,7% da riqueza foi amostrada em ambos os gradientes, 8,1% das espécies ocorreram exclusivamente no gradiente A (1.500 – 2.000 metros) e 62,2% exclusivamente no gradiente B (500 – 1.000 metros), totalizando 14 espécies no gradiente A, 34 no gradiente B e um índice de Bray-Curtis de apenas 0,25 de similaridade entre os dois.

A ocorrência de maior riqueza de espécies em ambientes de menor altitude, quando diferentes gradientes de altitude são comparados em um mesmo Bioma, foi também percebida em outros inventários de vespas sociais, tanto no Brasil (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b) quanto na Costa Rica (KUMAR et al., 2009). Ao comparar os dois gradientes aqui amostrados, percebe-se que dentro do já menor número de espécies presentes no gradiente A, poucas espécies são exclusivas destas áreas, indicando que as vespas que ocorrem no gradiente mais elevado, apresentam também adaptações para ocorrer em altitudes menores.

Tabela 1 - Abundâncias das espécies coletadas nas trilhas nos gradientes A em Campos do Jordão, com trilhas dentre altitudes de 1.500 e 2.000 metros e gradiente B em Pindamonhangaba, com trilhas dentre altitudes de 500 e 1.000 metros.

Espécie	Gradiente A	Gradiente B
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	155	26
<i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	57	97
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)	-	1
<i>Brachygastra augusti</i> (de Saussure, 1854)	-	1
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	4	14
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (R. von Ihering, 1903)	-	7
<i>Mischocyttarus declaratus</i> Zikán, 1935	-	2
<i>Mischocyttarus drewseni</i> de Saussure, 1857	33	2
<i>Mischocyttarus funerulus</i> Zikán, 1949	-	1
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i> Zikán, 1949	-	12
<i>Mischocyttarus lanei</i> Zikán, 1949	22	-
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i> Zikán, 1935	-	4
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1935	-	3
<i>Mischocyttarus paulistanus</i> Zikán, 1935	-	2
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)	-	69
<i>Mischocyttarus socialis</i> (de Saussure, 1854)	-	3
<i>Parachartergus pseudoapicalis</i> Willink, 1959	-	1
<i>Parachartergus wagneri</i> du Buysson, 1904	-	5
<i>Polistes acteon</i> Haliday, 1836	-	11
<i>Polistes cinerascens</i> de Saussure, 1854	29	5
<i>Polistes geminatus</i> Fox, 1898	-	1
<i>Polistes subsericeus</i> de Saussure, 1854	-	1
<i>Polistes versicolor</i> (Oliver, 1791)	-	106
<i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	55	14
<i>Polybia flavifrons hecuba</i> Richards, 1951	11	-
<i>Polybia jurinei</i> de Saussure, 1854	-	3
<i>Polybia lugubris</i> de Saussure, 1854	-	2
<i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	137	5
<i>Polybia occidentalis</i> (Oliver, 1791)	-	40
<i>Polybia paulista</i> H. von Ihering, 1896	2	-
<i>Polybia punctata</i> du Buysson, 1908	3	7
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	4	1
<i>Polybia sericea</i> (Oliver, 1791)	1	12
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure, 1854)	8	13
<i>Protopolybia exigua</i> (de Saussure, 1854)	-	3
<i>Pseudopolybia vespiceps</i> (de Saussure, 1864)	-	1
<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)	-	3
Abundância total	521	478
Riqueza	14	34
Riqueza exclusiva	3	23

Quanto à abundância das vespas encontradas nos dois gradientes, percebe-se um número próximo no total amostrado nas áreas, com 521 indivíduos no gradiente A e 478 no gradiente B, diferente do observado por KUMAR et al. (2009), que obteve como resultado uma abundância muito maior de indivíduos nos gradientes altitudinais mais elevados. A justificativa dos autores para uma maior coleta de indivíduos em altitudes elevadas se baseia no método de coleta utilizado, que abrange os períodos mais frios do dia, como início da manhã, e também na fisiologia das vespas, que provavelmente se encontram com a temperatura corpórea mais baixa a temperaturas ambientes menores no início de suas atividades e, portanto, podem cair mais facilmente em armadilhas. No presente estudo não foram utilizadas armadilhas e as coletas iniciaram-se sempre com uma temperatura mínima de 15°C após o amanhecer, eliminando desta forma este possível viés de coleta e possibilitando uma coleta mais homogênea das vespas presentes nos dois ambientes.

Agelaia multipicta, *A. vicina*, *Brachygastra lecheguana*, *Mischocyttarus drewseni*, *Polistes cinerascens*, *Polybia fastidiosuscula*, *P. minarum*, *P. punctata*, *P. scutellaris*, *P. sericea* e *Protonectarina sylveirae* foram encontradas em ambos os gradientes de altitude. Todas estas espécies já haviam sido coletadas ao menos uma vez em outra localidade pertencente ao Bioma Mata Atlântica com altitudes próximas ou inferiores a 1.000 metros, assim como em altitudes acima de 1.500 metros (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015a), sendo que *A. multipicta*, *A. vicina* e *P. fastidiosuscula* foram encontradas também em altitudes muito baixas, próximas ao nível do mar, em Ubatuba (TOGNI et al., 2014). A ampla distribuição destas espécies em diferentes gradientes altitudinais confirma uma elevada plasticidade quanto ao ambiente de ocorrência das mesmas, podendo incluir, dentro de um mesmo bioma, distribuição abrangente ao longo de gradientes altitudinais, que podem apresentar vegetações e clima variados.

Dentre estas espécies, apenas duas não apresentam fundação da colônia por enxameamento: *M. drewseni* e *Plt. cinerascens*. Essas duas espécies apresentam distribuição geográfica muito ampla, ocorrendo desde o sul até o nordeste do país (RICHARDS, 1978), com *M. drewseni* ocorrendo também no extremo norte do país (JEANNE, 1972), sendo conhecida por sua ocorrência típica em áreas abertas, campos e áreas com construções (JEANNE, 1972), fator que explica sua presença predominante na trilha A1 (Tabela 2), que apresenta áreas campestres nas

mediações da trilha. Essa espécie foi amostrada também na trilha B2, que apresenta ocorrência de pastagens e na trilha A2, onde ocorre presença de habitações humana nas proximidades. Nas trilhas A4 e B4, que são as duas que possuem a vegetação mais fechada, essa espécie não foi amostrada, confirmando a preferência da espécie por áreas abertas.

Plt. cinerascens foi amostrada em todas as trilhas em Campos do Jordão, sendo que esta foi a única espécie do gênero amostrada nestas trilhas. A espécie *Plt. simillimus* também foi coletada em Campos do Jordão, no entanto, apenas fora das trilhas, próxima a construções antrópicas (ver Capítulo 1) e por isso não está na análise. Foram amostrados dois ninhos de *Plt. cinerascens* no gradiente A (Tabela 3), sendo que ambos estavam em uma vegetação arbustiva na beira das trilhas, sob incidência direta do sol (Capítulo 1), confirmando a preferência de espécies deste gênero por nidificar em locais que propiciem melhor manutenção da temperatura nos ninhos.

Mischocyttarus lanei, *Polybia flavifrons hecuba* e *Polybia paulista* foram amostradas apenas no gradiente A. Apesar destas espécies terem sido encontradas apenas a uma altitude superior a 1.500 metros neste inventário, isto não indica que estas ocorrem exclusivamente nesta cota altitudinal. *Polybia paulista* apresenta registros na Mata Atlântica com altitudes de coleta diversificadas, com outras ocorrências dentro deste gradiente (entre 1.500 e 2.000 metros) (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b), assim como em menores altitudes entre 600 e 1.100 metros (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015a) e altitudes próximas a 500 metros em Barretos (TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011), indicando que esta espécie pode ocorrer em uma ampla faixa de altitude dentro do Bioma Mata Atlântica. *Polybia flavifrons hecuba* apresenta registros em áreas de menor altitude, como na Chapada dos Guimarães (Mato Grosso), onde a cota mais alta não ultrapassa 900 metros (DINIZ; KITAYAMA, 1998), na estação ecológica de Jataí em Luiz Antônio (São Paulo) onde a altitude varia de 520 a 851 metros (MECHI, 1996), no Parque Estadual de Vassununga (São Paulo) onde as altitudes ficam entre 500 e 700 metros (MECHI, 2005) e em Viçosa (Minas Gerais), onde a elevação não 800 metros de altitude (PICANÇO et al., 1997), no entanto nenhuma dessas áreas pertence ao Bioma Mata Atlântica, indicando que neste Bioma possa ocorrer uma preferência pelo tipo de vegetação ou clima nas regiões mais elevadas. *Mischocyttarus lanei* também apresentou este como único registro

em inventários do bioma, sem outra ocorrência registrada na Mata Atlântica em altitudes menores.

As espécies *Apoica pallens*, *Brachygastra augusti*, *Mischocyttarus cassununga*, *M. declaratus*, *M. funerulus*, *M. hoffmanni*, *M. paraguayensis*, *M. parallelogrammus*, *M. paulistanus*, *M. rotundicollis*, *M. socialis*, *Parachartergus pseudoapicalis*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes acteon*, *Plt. geminatus*, *Plt. subsericeus*, *Plt. versicolor*, *Polybia jurinei*, *P. lugubris*, *P. occidentalis*, *Protopolybia exigua*, *Pseudopolybia vespiceps* e *Synoeca cyanea* foram coletadas exclusivamente no gradiente B. Dentre estas espécies *M. cassununga*, *M. paraguayensis*, *M. rotundicollis*, *P. occidentalis* e *Synoeca cyanea* foram previamente encontradas dentro do Bioma Mata Atlântica em cotas altitudinais superiores a 1.000 metros (ALBUQUERQUE et al., 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b), sendo que *M. cassununga* foi, inclusive, encontrada em Campos do Jordão, no entanto, não nas trilhas amostradas (ver Capítulo 1). *Brachygastra augusti* e *Polistes acteon* apresentam altitude entre 900 e 1.100 metros como cota máxima de ocorrência em inventários, em Barroso, Minas Gerais (SOUZA; PREZOTO, 2006; SOUZA et al., 2015b) e *Apoica pallens*, *Plt. subsericeus*, *Plt. versicolor*, *Polybia jurinei* e *Pseudopolybia vespiceps* entre 950 e 1.130 metros no município de Tiradentes, Minas Gerais (SOUZA et al., 2010).

Mischocyttarus declaratus, *M. funerulus*, *M. parallelogrammus*, *M. hoffmanni*, *M. paulistanus*, *M. socialis*, *Parachartergus pseudoapicalis*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes acteon*, *Plt. geminatus*, *Polybia lugubris* e *Protopolybia exigua* não apresentam registros em inventários que foram realizados em áreas mais elevadas do que 1.000 metros, sendo que, dentre estas espécies, apenas *Mischocyttarus declaratus* e *M. hoffmanni* ocorreram na trilha B4, que é a de maior altitude no gradiente B, que chega a 910 metros, com todas as outras ocorrendo aproximadamente entre 600 e 700 metros de altitude.

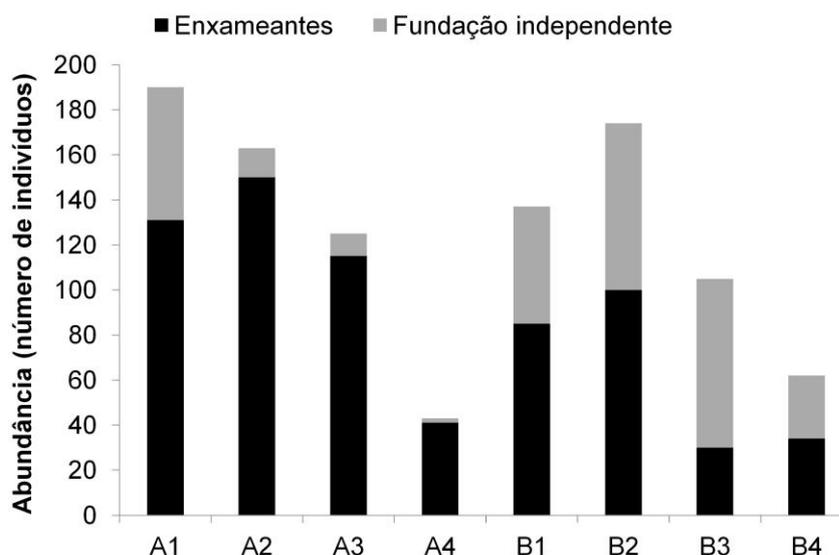
Tabela 2 - Abundância das vespas amostradas em quatro trilhas em Campos do Jordão e quatro trilhas em Pindamonhangaba, perfazendo os dois gradientes altitudinais (A e B) amostrados. Números em negrito indicam espécies exclusivas da trilha.

Espécie	Campos do Jordão Gradiente A				Pindamonhangaba Gradiente B			
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
<i>Agelaia multipicta</i>	30	67	51	7	0	5	11	10
<i>Agelaia vicina</i>	46	10	1	0	63	21	4	9
<i>Apoica pallens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Brachygastra augusti</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Brachygastra lecheguana</i>	0	1	3	0	2	12	0	0
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	0	0	0	0	6	1	0	0
<i>Mischocyttarus declaratus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	30	3	0	0	0	2	0	0
<i>Mischocyttarus funerulus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i>	0	0	0	0	0	4	7	1
<i>Mischocyttarus lanei</i>	16	4	2	0	0	0	0	0
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i>	0	0	0	0	1	2	1	0
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i>	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Mischocyttarus paulistanus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	0	0	0	0	14	9	28	18
<i>Mischocyttarus socialis</i>	0	0	0	0	0	1	2	0
<i>Parachartergus pseudoapicalis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Parachartergus wagneri</i>	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Polistes acteon</i>	0	0	0	0	1	3	7	0
<i>Polistes cinerascens</i>	13	6	8	2	3	1	1	0
<i>Polistes geminatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Polistes subsericeus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Polistes versicolor</i>	0	0	0	0	25	47	26	8
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	14	17	14	10	3	7	3	1
<i>Polybia flavifrons hecuba</i>	0	0	0	11	0	0	0	0
<i>Polybia jurinei</i>	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Polybia lugubris</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Polybia minarum</i>	34	46	44	13	0	2	1	2
<i>Polybia occidentalis</i>	0	0	0	0	10	19	6	5
<i>Polybia paulista</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polybia punctata</i>	0	2	1	0	0	1	1	5
<i>Polybia scutellaris</i>	4	0	0	0	0	0	1	0
<i>Polybia sericea</i>	0	1	0	0	5	5	2	0
<i>Protonectarina sylveirae</i>	1	6	1	0	0	13	0	0
<i>Protopolybia exigua</i>	0	0	0	0	0	2	1	0
<i>Pseudopolybia vespiceps</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Synoeca cyanea</i>	0	0	0	0	1	2	0	0
Abundância total	190	163	125	43	137	174	105	62
Riqueza	10	11	9	5	15	29	17	11
Riqueza exclusiva	1	0	0	1	3	7	1	0

Percebe-se uma coleta heterogênea dentre os gradientes quanto ao tipo de formação da colônia das vespas amostradas. Espécies que formam suas colônias por enxameamento ocorreram com maior abundância nas áreas do gradiente A, enquanto que no gradiente B foi possível observar em uma trilha o predomínio evidente de indivíduos de espécies com fundação independente, assim como em algumas trilhas, abundâncias muito próximas de espécies com os dois tipos de fundação, mas ainda assim um predomínio de enxameantes no gradiente como um todo (Figura 5).

KUMAR et al. (2009) e SOUZA et al. (2015b) sugerem que espécies enxameantes apresentam maiores vantagens ecológicas, comparadas com espécies que nidificam de forma independente, permitindo que estas espécies ocorram com grande sucesso a qualquer altitude. Em inventários no Brasil onde a coleta de indivíduos foi feita com o uso de armadilhas, mesmo que concomitante com outro método de coleta, percebe-se um predomínio de indivíduos de espécies enxameantes (LOCHER et al., 2014). É importante ressaltar que estas espécies podem apresentar ninhos de grandes dimensões e conseqüentemente maior abundância de indivíduos (JEANNE, 1991), com a coleta podendo apresentar um viés caso uma armadilha seja montada nas proximidades de um ninho. Neste estudo, no entanto, onde não foram utilizadas armadilhas, percebeu-se também o predomínio na abundância de espécies enxameantes na maioria das trilhas, com uma porcentagem alta de ocorrência destas nas áreas mais elevadas (Figura 5). É importante ressaltar que no caso de áreas onde ocorre predomínio de gramíneas e áreas abertas, esta porcentagem não ocorre necessariamente, provavelmente devido à falta de locais de nidificação para muitas espécies de vespas enxameantes, que necessitam de estratos arbóreos para isso (ver Capítulo 1), sendo, portanto, a presença de substratos específicos para nidificação um fator limitante neste caso.

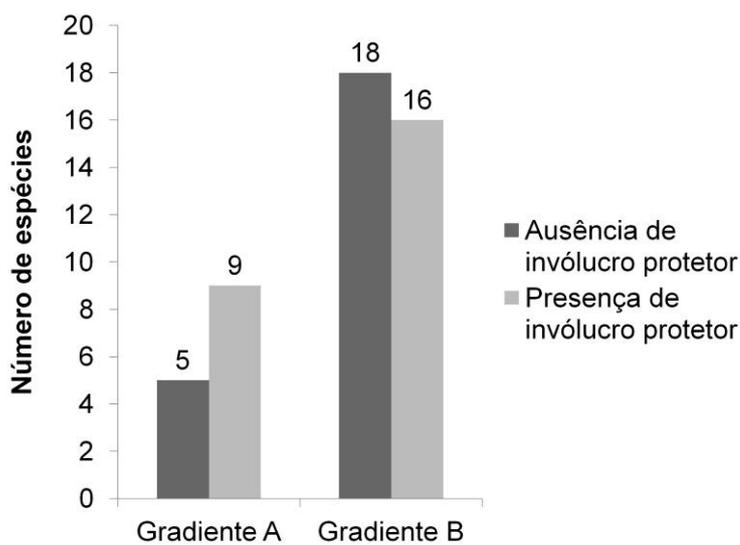
Figura 5 - Abundância das vespas sociais separadas em espécies de fundação independente ou enxameantes amostradas em cada uma das trilhas.



No gradiente A, onze das 14 espécies encontradas apresentam fundação da colônia por enxameamento e a maioria destas apresentam ninhos com presença de invólucro protetor, com exceção das duas espécies do gênero *Agelaia* amostradas, que têm hábito de nidificar em cavidades e ausência de envelope (ZUCCHI et al., 1995; WENZEL, 1998; HERMES; KÖHLER, 2004), apesar de *A. vicina* apresentar a camada periférica de células de seus ninhos sempre vazia, provavelmente imitando a função de um envelope (ZUCCHI et al., 1995). *Polybia* foi o gênero com maior número de espécies amostradas na área, compreendendo 50% da riqueza do gradiente B. HOZUMI et al. (2005) sugerem, em um estudo realizado com espécies de *Polybia*, que a presença do envelope nos ninhos aumente a capacidade de manutenção da temperatura da colônia, desta forma permitindo que estas espécies habitem áreas com ocorrência de temperaturas menores do que a ideal para o crescimento da colônia ou com elevada flutuação de temperatura ao longo do dia. HOZUMI et al. (2010) demonstraram também a ocorrência da termorregulação do ninho de forma ativa para a espécie *Polybia scutellaris*, que apresenta temperatura do ninho mais constante com a presença da colônia em seu interior. Esta capacidade de termorregulação em conjunto com a presença de envelope protetor no ninho permite que espécies deste gênero ocupem áreas que apresentem temperaturas mais baixas do que a ótima para desenvolvimento da colônia, assim como regiões com baixa incidência solar direta, como é o caso das matas mais fechadas em Campos do Jordão, justificando o predomínio de espécies deste

gênero na região, assim como a ocorrência predominante de espécies com presença de envelope protetor em seus ninhos (Figura 6).

Figura 6 - Número de espécies que constroem ninhos com presença e ausência de invólucro protetor nos gradientes A (Campos do Jordão – altitudes de 1.500 a 2.000 metros) e B (Pindamonhangaba – altitudes de 500 a 1.000 metros).



No gradiente B, em Pindamonhangaba, das 34 espécies amostradas, 19 fundam seus ninhos por enxameamento e 15 por fundação independente. Das espécies enxameantes apenas as espécies de *Agelaia* e *Apoica* não apresentam invólucro protetor como característica de seus ninhos, sendo que, no entanto, o primeiro gênero, como já mencionado, nidifica em cavidades protegidas (ZUCCHI et al., 1995; WENZEL, 1998; HERMES; KÖHLER, 2004) e o segundo apresenta hábitos noturnos, sendo que existem estudos para o gênero *Apoica* que indicam uma elevada capacidade de manutenção de temperatura na região central do ninho (HUNT et al., 1995; YAMANE et al., 2009). As espécies que fundam o ninho de forma independente pertencem às tribos Mischocyttarini e Polistini e apresentam arquitetura de ninho do tipo estelocítaro gimnódomo, fixos ao substrato por pedúnculo e sem a presença de invólucro protetor (CARPENTER; MARQUES, 2001). STEINER (1930), ao realizar experimentos com a vespa *Polistes gallica*, relatou a baixa capacidade de a própria colônia aumentar a temperatura do ninho, sendo desta forma o ambiente o maior responsável pela mudança desta temperatura, principalmente através da radiação solar e da temperatura do ar. A

ausência de envelope permite que o calor adquirido dissipe rapidamente do ninho, sendo, portanto, um problema para a colônia. Em caso de superaquecimento pode ocorrer o resfriamento do ninho por meio da ventilação ou adição de água às paredes das células, diminuindo a temperatura para mais próximo do ótimo para o desenvolvimento da colônia, ou seja, em ambientes quentes e com intensa radiação solar, a temperatura pode ser regulada mais facilmente pela colônia. Esses resultados indicam que espécies que apresentem este tipo de ninho devam apresentar preferência por nidificar em ambientes mais quentes, com temperatura ambiente que permitam o desenvolvimento da colônia, principalmente locais com uma maior radiação solar direta ou um clima tipicamente quente.

No gradiente A foram amostrados 12 ninhos nas trilhas, enquanto que no gradiente B foram encontrados 63 ninhos (Tabela 3). Essa diferença acentuada no número de ninhos observados está principalmente ligada à grande quantidade de espécies das tribos Mischocyttarini e Polistini presente no gradiente B. A necessidade de escolha de locais para a nidificação com maior radiação solar para melhor manutenção da temperatura da colônia de espécies que apresentam ninhos estelocítaro gimnódomo, sugere que em locais com maior número de espécies com esta característica, muitos ninhos sejam encontrados em áreas abertas, como é o caso das trilhas que representam pequenas clareiras nestas áreas. No gradiente B é importante notar que metade dos ninhos foram amostrados na trilha mais elevada (A4), sendo que cinco destes pertencem a *Polybia*, gênero que, segundo HOZUMI et al. (2010), apresenta espécies com capacidade de termorregular seus ninhos e manter a temperatura da colônia constante, mesmo em áreas com pouca radiação solar e baixas temperaturas. Esta característica sugere que os ninhos ocorram em áreas protegidas, difícil de visualizar. Em elevadas altitudes, no entanto, como é o caso da trilha A4, esta espécie foi encontrada nidificando nas poucas clareiras formadas pela trilha, indicando uma provável necessidade de manutenção da temperatura colônia, neste caso extremo, também por incidência solar.

Tabela 3 - Número de ninhos de vespas sociais encontrados nos gradientes A e B. Trilhas onde não foram amostrados ninhos não constam na tabela.

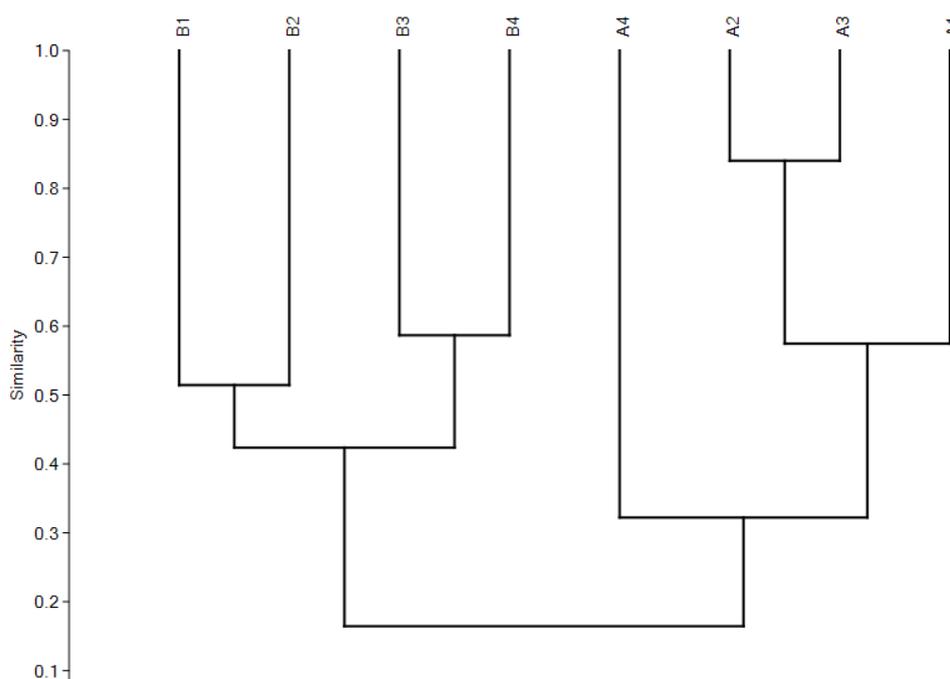
Espécies	A1	A4	B1	B2	B3	B4
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	-	-	1	1	-	-
<i>Mischocyttarus declaratus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Mischocyttarus funerulus</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Mischocyttarus hoffmanni</i>	-	-	-	2	1	-
<i>Mischocyttarus lanei</i>	3	-	-			
<i>Mischocyttarus paraguayensis</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i>	-	-	-	-	3	-
<i>Mischocyttarus paulistanus</i>	-	-	-	2	-	-
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i>	-	-	2	1	5	-
<i>Mischocyttarus socialis</i>	-	-	-	1	1	-
Mischocyttarini	3	0	3	11	10	1
<i>Polistes acteon</i>	-	-	1	3	4	-
<i>Polistes cinerascens</i>	1	1	-	1	-	-
<i>Polistes versicolor</i>	-	-	1	3	5	3
Polistini	1	1	2	7	9	3
<i>Apoica pallens</i>	-	-	1	-	-	-
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	-	-	1	1	-	-
<i>Polybia flavifrons hecuba</i>	-	4	-			
<i>Polybia lugubris</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Polybia minarum</i>	2	1	-	-	1	-
<i>Polybia occidentalis</i>	-	-	1	4	1	-
<i>Polybia punctata</i>	-	-	-	1	1	1
<i>Protopolybia exigua</i>	-	-	-	2	1	-
Epiponini	2	5	3	9	4	1
Total	6	6	8	27	23	5

Quando se faz uma análise de agrupamento, baseada no índice de similaridade de Bray-curtis, percebe-se a formação de dois grupos distintos, compostos pelos gradientes A e B (Figura 7). A trilha A4, a mais elevada dentre as trilhas amostradas, se destaca no grupo do gradiente A, indicando haver também diferenças na composição dentre as trilhas deste gradiente, podendo esta ser decorrente da ainda mais elevada altitude desta trilha, sua vegetação típica de mata nebulosa e clima com temperaturas tipicamente mais baixas do que nas outras três trilhas do gradiente (SEIBERT et al., 1975). As trilhas A2 e A3 apresentam características ambientais muito parecidas, com presença de corpo d'água ao longo de toda a trilha, vegetação semelhante e altitude muito próxima, o que justifica elevada semelhança na composição da fauna de vespas, enquanto que A1, apesar

de ocorrer em uma altitude muito próxima de A2 e A3, apresenta ocorrência de vegetação aberta e campos em conjunto com a vegetação arbórea, justificando uma similaridade mais baixa com essas duas trilhas.

Dentre as trilhas do gradiente B, B1 e B2 são as mais similares, provavelmente pela maior presença de pastagens em seu entorno, enquanto que B3 e B4 apresentam entorno mais arbustivo, sendo, portanto, a proximidade geográfica um fator que não influenciou neste agrupamento, já que as trilhas B4 e B2 se situam muito próximas e B1 a mais de dez quilômetros da B2.

Figura 7 - Análise de agrupamento calculada com o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Programa PAST – algoritmo: grupo pareado) entre as comunidades de vespas amostradas nas trilhas nos dois gradientes altitudinais (A e b).



A influência na comunidade de vespas sociais da presença de áreas abertas, no caso, campos naturais acima de 1.500 metros e pastagens na trilha e em seu entorno nas regiões mais baixas fica mais evidente ao se analisar os resultados pareados da similaridade de Bray-Curtis. A trilha A1, onde ocorre presença de áreas campestres em conjunto com áreas arbóreas, apresenta altitudes muito próximas às trilhas A2 e A3 e também se encontra geograficamente próxima a elas. No entanto, esta trilha ficou separada das duas na análise de agrupamento (Figura 7),

apresentando uma menor similaridade com estas, indicando algum outro fator de influência na composição da fauna. Essa mesma trilha, quando comparada apenas com as trilhas do gradiente B, utilizando-se o índice de Bray-Curtis pareado, apesar de apresentar índices de similaridade muito baixos com todas as trilhas deste gradiente, apresentou maior similaridade com as trilhas B1 e B2 do que com as trilhas B3 e B4 (Tabela 4), sendo que B1 e B2 são as trilhas deste gradiente que apresentam maior concentração de pastagens no entorno.

Tabela 4 - Índices de Similaridade de Bray-Curtis obtidos para comparações pareadas entre as espécies amostradas nas trilhas dos gradientes altitudinais A e B.

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
A1	1	0,578	0,571	0,275	0,318	0,214	0,142	0,175
A2	0,578	1	0,840	0,311	0,120	0,214	0,164	0,213
A3	0,571	0,840	1	0,381	0,069	0,140	0,157	0,160
A4	0,275	0,311	0,381	1	0,056	0,138	0,162	0,190
B1	0,318	0,120	0,069	0,056	1	0,514	0,471	0,372
B2	0,214	0,214	0,140	0,138	0,514	1	0,487	0,364
B3	0,142	0,164	0,157	0,162	0,471	0,487	1	0,587
B4	0,175	0,213	0,160	0,190	0,372	0,364	0,587	1

6. Conclusão

A ocorrência de algumas poucas espécies exclusiva no gradiente A e de muitas espécies exclusivas no gradiente B indica que as condições ambientais propiciadas pela elevada altitude é um fator limitante na ocorrência de algumas espécies de vespas, principalmente para espécies das tribos *Mischocyttarini* e *Polistini*, que ocorreram com elevada riqueza no gradiente B.

A presença predominante de espécies com invólucro protetor em altitudes mais elevadas, onde ocorrem temperaturas mais baixas, é justificada pela capacidade de melhor manutenção da temperatura no interior do ninho. Em contrapartida, áreas de altitudes mais baixas, como é o caso do gradiente B, espécies com ninhos com ambas as características ocorrem simultaneamente e com maior riqueza, o que demonstra que o clima deste ambiente é favorável para ambos os tipos de nidificação.

A altitude apresenta influência na composição da comunidade de vespas sociais por gerar diferentes micro-habitat e microclimas nos gradientes, características importantes tanto para a utilização de diferentes substratos para nidificação quanto para a manutenção da temperatura da colônia. No entanto, ao se comparar áreas próximas e com altitudes muito semelhantes, mas com diferentes formações vegetacionais, pode-se obter como resultado faunas bastante distintas, sendo importante, desta forma, sempre associar estas características ambientais nas análises.

7. Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, C. H. B.; SOUZA, M. M.; CLEMENTE, M. A. Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 131-138. 2015.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M. A phylogenetic analysis of the social wasp genus *Brachygastra* Perty, 1833, and description of a new species (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3753, p. 1-38. 2012.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M.; NOLL, F. B. A phylogenetic analysis of *Synoeca* de Saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). **Entomologica Americana**, v. 115, n. 1, p. 81-89. 2009.
- ANDENA, S. R.; NOLL, F. B.; CARPENTER, J. M.; ZUCCHI, R. Phylogenetic analysis of the neotropical *Pseudopolybia* de Saussure, 1863, with description of the male genitalia of *Pseudopolybia vespiceps* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3586, p. 1-11. 2007.
- BARRY, R. G. Mountain Climatology and Past and Potential Future Climatic Changes in Mountain Regions: A Review. **Mountain Research and Development**, v. 12, n. 1, p. 71-86. 1992.
- CALDAS, J. **Serra da Mantiqueira: Onde nascem as águas**. [S.l.]: Zona Internet Business & Graphic Design, 2003. 179pp.
- CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, v. 7, n. 1, p. 11-38. 1982.
- CARPENTER, J. M.; RASNITSYN, A. P. Mesozoic Vespidae. **Psyche**, v. 97, n. 1-2, p. 1-20. 1990.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespidae)**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, 2001. 147p.
- DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. **Seasonality of vespid species (Hymenoptera : Vespidae) in a central Brazilian cerrado**. Revista De Biologia Tropical. 46: 109-114 p. 1998.
- EVANS, H. E.; WEST-EBERHARD, M. J. **The wasps**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1970. 265pp.
- GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 428-431. 2009.

- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica*. 4: 9pp. p. 2001.
- HENRIQUES, R. P. B.; ROCHA, I. R. D.; KITAYAMA, K. Nest density of some social wasp species in cerrado vegetation of central Brazil (Hymenoptera, Vespidae). *Entomologia Generalis*, v. 17, n. 4, p. 265-268. 1992.
- HERMES, M. G.; KÖHLER, A. The genus *Agelaja* Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 48, n. 1, p. 135-138. 2004.
- HIMMER, A. Die Temperaturverhältnisse bei den Sozialen Hymenopteren. *Biological Reviews*, v. 7, n. 3, p. 224-253. 1932.
- HODKINSON, I. D. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews*, v. 80, n. 3, p. 489-513. 2005.
- HOZUMI, S.; YAMANE, S.; MIYANO, S.; MATEUS, S.; ZUCCHI, R. Diel changes of temperature in the nests of two *Polybia* species, *P. paulista* and *P. occidentalis* (Hymenoptera, Vespidae) in the subtropical climate. *Journal Of Ethology*, v. 23, p. 153-159. 2005.
- HOZUMI, S.; MATEUS, S.; KUDÔ, K.; KUWAHARA, T.; YAMANE, S.; ZUCCHI, R. Nest Thermoregulation in *Polybia scutellaris* (White) (Hymenoptera: Vespidae). *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 5, p. 826-828. 2010.
- HUNT, J. H. **The evolution of social wasps**. Oxford University Press, 2007. 259p.
- HUNT, J. H.; JEANNE, R. L.; KEEPING, M. G. Observations on *Apoica pallens*, a nocturnal neotropical social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae, Epiponini). *Insect Societaux*, v. 42, n. 3, p. 223-236. 1995.
- INSTITUTO FLORESTAL. Inventário Florestal da Cobertura Vegetal Nativa do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/noticias/MAPA.pdf>
- JEANNE, R. L. Social biology of the neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. *Bulletin of The Museum of Comparative Zoology*, v. 144, p. 63-150. 1972.
- JEANNE, R. L. The swarm-founding Polistinae. In: ROSS, K. G.; R.W.MATTHEWS (Ed.). **The social biology of wasps**. 1. New York: Cornell University, 1991. p.191-231.
- JEANNE, R. L.; MORGAN, R. C. The influence of temperature on nest site choice and reproductive strategy in a temperate zone *Polistes* wasp. *Ecological Entomology*, v. 1992, n. 17, p. 135- 141. 1992.

- JONES, J. C.; OLDROYD, B. P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in Insect Physiology**, v. 33, p. 153-191. 2007.
- KUMAR, A.; LONGINO, J. T.; COLWELL, R. K.; O'DONNELL, S. Elevational patterns of diversity and abundance of eusocial paper wasps (Vespidae) in Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 3, p. 338-346. 2009.
- LOCHER, G. A.; TOGNI, O. C.; SILVEIRA, O. T.; GIANNOTTI, E. The Social Wasp Fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 225-233. 2014.
- MECHI, M. R. **Levantamento da fauna de vespas aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado**. 1996. 237p p. (Doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.
- MECHI, M. R. Comunidade de vespas Aculeata (Hymenoptera) e suas fontes florais. In: PIVELLO, V. R.;VARANDA, E. M. (Ed.). **O cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassununga**. São Paulo: SMA, 2005. cap. 19, p.256-266.
- PICANÇO, M.; CASALI, V. W. D.; OLIVEIRA, I. R.; LEITE, G. L. D. Himenópteros associados a *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 821-829. 1997.
- PICKETT, K. M.; WENZEL, J. W. Revision and cladistic analysis of the nocturnal social wasp genus, *Apoica* Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae, Epiponini). **American Museum novitates**, v. 3562, p. 1-30. 2007.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; GUIMARÃES, D. L.; ELISEI, T. Vespas sociais e o controle biológico de pragas: atividade forrageadora e manejo das colônias. In: VILELA, E. F.;SANTOS, I. A. D.;SCHOEREDER, J. H.;SERRÃO, J. E.;CAMPOS, L. A. D. O.;LINO-NETO, J. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora UFV, 2008. cap. 26, p.413-427.
- RAW, A. Population densities and biomass of neotropical social wasps (Hymenoptera, Vespidae) related to colony size, hunting range and wasps size. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 815-822. 1998.
- RICHARDS, O. W. **The social wasps of the Americas excluding the Vespinae**. London: British Museum (Natural History), 1978. 580p.
- SÃO PAULO. **Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000.
- SÃO PAULO, S. M. A. **Mantiqueira: o castelo das águas** São Paulo: Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental, 2006. 72p.

- SEIBERT, P.; NEGREIROS, O. C.; BUENO, R. A.; EMMERICH, W.; MOURA-NETTO, B. V.; MARCONDES, M. A. P.; CESAR, S. F.; GUILLAUMON, J. R.; MONTAGNA, R. G.; BARRETO, R. A. A.; NOGUEIRA, J. C. B.; GARRIDO, M. A. O.; MELLO-FILHO, L. E.; EMMERICH, M.; MATTOS, J. R.; OLIVEIRA, M. C.; GODOI, A. Plano de Manejo do P. E. de Campos do Jordão. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 19, p. 1-148. 1975.
- SILVEIRA, O. T. Revision of the subgenus *Kappa* de Saussure of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym.; Vespidae, Polistinae, Mischocyttarini). **Zootaxa**, v. 1321, p. 3-108. 2006.
- SILVEIRA, O. T. Phylogeny of wasps of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 510-549. 2008.
- SOUZA, M. M.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous forest and cerrado (savanna) regions in Brazil. **Sociobiology**, v. 47, n. 1, p. 135-147. 2006.
- SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; SILVA-FILHO, R.; LADEIRA, T. E. Community of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Semideciduous Seasonal Montane Forest. **Sociobiology**, v. 62, n. 4, p. 598-603. 2015a.
- SOUZA, M. M.; SILVA, H. N. M.; DALLO, J. B.; MARTINS, L. F.; MILANI, L. R.; CLEMENTE, M. A. Biodiversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) at altitudes above 1600 meters in the Parque Estadual da Serra do Papagaio, State of Minas Gerais, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 3, p. 174-179. 2015b.
- SOUZA, M. M. D.; LADEIRA, T. E.; ASSIS, N. R. G.; CAMPOS, A. E.; CARVALHO, P.; LOUZADA, J. N. C. Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campo Rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. **MG Biota**, v. 3, n. 2, p. 15-32. 2010.
- STEINER, A. Die Temperaturregulierung im Nest der Feldwespe (*Polistes gallica* var. *biglumis* L.). **Zeitschrift für vergleichende Physiologie** v. 11, n. 3, p. 461-502. 1930.
- TANAKA JUNIOR, G. M.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps on Semideciduous Seasonal Forest fragments with different surrounding matrix in Brazil. **Psyche**, v. 2011. 2011.
- TOGNI, O. C.; LOCHER, G. A.; GIANNOTTI, E.; SILVEIRA, O. T. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) in an Area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10-17. 2014.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7ed. Cole: Thomson Books, 2005. 864pp.

- WENZEL, J. W. A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). **American Museum Novitates**, v. 3224, p. 1-39. 1998.
- WILSON, E. O. **Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects**. Oldendorf/Luhe: Ecology Intitute, 1990. 104pp.
- YAMANE, S.; MATEUS, S.; HOZUMI, S.; KUDÔ, K.; ZUCCHI, R. How does a colony of *Apoica flavissima* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini) maintain a constant temperature? **Entomological Science**, v. 12, p. 341-345. 2009.
- ZIKÁN, J. F. **O gênero Mischocyttarus Saussure (Hym. Vespidae), com descrição de 82 espécies novas**. Estado do Rio de Janeiro: Parque Nacional do Itatiáia, 1949. 251p.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F.; NOLL, F. B.; MECCHI, M. R.; MATEUS, S.; BAIO, M. V.; SHIMA, S. N. *Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, p. 129-137. 1995.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo é uma valiosa contribuição para os estudos de diversidade de fauna no Brasil, abrangendo uma região ainda pouco amostrada quanto à fauna de vespas sociais no Sudeste do país, composta pelo Bioma Mata Atlântica, que apresenta alto grau de endemismo e encontra-se sob intensa pressão antrópica. A riqueza amostrada em Pindamonhangaba é a segunda maior riqueza encontrada em uma área de Mata Atlântica até o momento, sendo que ao se somar as espécies amostradas em Campos do Jordão e Pindamonhangaba, tanto nas coletas efetivas quanto nas coletas preliminares, obtêm-se um total de 40 espécies, sendo esta a maior riqueza descrita em um inventário de fauna de vespas sociais neste Bioma.

Neste inventário foram coletadas em ambos os municípios espécies consideradas comuns no Bioma Mata Atlântica, como *Agelaia multipicta*, *Polybia fastidiosuscula* e *Mischocyttarus cassununga*, mas também foram amostradas as espécies *Mischocyttarus declaratus* e *M. funerulus* em Pindamonhangaba, sendo esta uma ocorrência inédita para o Estado, assim como foram coletadas espécies com poucos registros em inventários no Brasil, como é o caso de *Mischocyttarus paulistanus*, *M. parallelogrammus*, *M. hoffmanni*, *Parachartergus wagneri*, *Polistes deceptor* e *Polybia lugubris*, que foram amostradas em Pindamonhangaba e *Mischocyttarus lanei* em Campos do Jordão.

As trilhas com a vegetação menos fragmentada e com menor interferência humana foram nas quais ocorreram as menores riquezas de vespas. Essa ausência de algumas espécies em uma trilha composta por mata fechada sugere que o número de espécies de vespas sociais não deva ser utilizado como indicativo de uma área mais ou menos conservada, mas apenas para estabelecer se a área apresenta a diversidade de ambientes necessária para a nidificação de diferentes espécies, que pode incluir também ambientes degradados e com construções, mas que favorecem a ocorrência de certas espécies.

A ocorrência exclusiva de poucas espécies no gradiente mais elevado e de muitas no gradiente que abrange de 500 a 1.000 metros de altitude indica que as condições ambientais propiciadas pela elevada altitude é um fator limitante na ocorrência de algumas espécies de vespas, principalmente para espécies das tribos

Mischocyttarini e Polistini, que ocorreram com elevada riqueza no gradiente de menor altitude.

A presença predominante de espécies com invólucro protetor em altitudes mais elevadas, onde ocorrem temperaturas mais baixas, é justificada pela capacidade de melhor manutenção da temperatura no interior destes ninhos. Em contrapartida, em áreas de altitudes mais baixas espécies com ninhos com ambas as características (presença ou ausência de envelope) ocorrem simultaneamente e com maior riqueza, o que demonstra que o clima deste ambiente é favorável para ambos os tipos de nidificação.

Dessa forma, conclui-se que a altitude apresenta grande influência na composição da comunidade de vespas sociais por gerar diferentes micro-habitat e microclimas nos gradientes, características importantes tanto para a utilização de diferentes substratos para nidificação quanto para a manutenção da temperatura da colônia. No entanto, ao se comparar áreas próximas e com altitudes muito semelhantes, mas com diferentes formações vegetacionais, pode-se também obter como resultado faunas bastante distintas, sendo importante, portanto, sempre associar estas características ambientais nas análises.