

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA

**“VESPAS SOCIAIS DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ,
MELGAÇO, PARÁ. DESCRIÇÃO DA FAUNA NUMA GRADE DE 25 KM²
E COMPARAÇÃO ENTRE PROTOCOLOS DE AMOSTRAGEM
(HYMENOPTERA, VESPIDAE).”**

SUZANNA DE SOUSA SILVA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia

Orientador: Dr. Orlando Tobias Silveira

SUZANNA DE SOUSA SILVA

**“VESPAS SOCIAIS DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ,
MELGAÇO, PARÁ. DESCRIÇÃO DA FAUNA NUMA GRADE DE 25 KM²
E COMPARAÇÃO ENTRE PROTOCOLOS DE AMOSTRAGEM
(HYMENOPTERA, VESPIDAE).”**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia

Orientador: Dr. Orlando Tobias Silveira

Belém-Pará

2007

SUZANNA DE SOUSA SILVA

“Vespas sociais da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará. Descrição da Fauna numa grade de 25 Km² e Comparação entre Protocolos de Amostragem (Hymenoptera, Vespidae).”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Orlando Tobias Silveira
Departamento de Zoologia do MPEG/UFPA
Orientador

Dr. Márcio Luiz de Oliveira
Coordenação de Pesquisas em Entomologia/ INPA
Membro Titular

Profª Dra. Marlúcia Bonifácio Martins
Departamento de Zoologia do MPEG/UFPA
Membro Titular

Profª Dra. Roberta de Melo Valente
Departamento de Zoologia do MPEG/UFPA
Membro Titular

Profª Dra. Maria Cristina Espósito
Departamento de Zoologia do MPEG/UFPA
Suplente

*Dedico este trabalho à minha
mãe e à minha família.*

AGRADECIMENTOS

- A Deus, pois jamais seria possível ter chegado até aqui se não fosse por Ele;
- Ao meu orientador Dr. Orlando Tobias Silveira, que vem me acompanhando desde a graduação e que, ao longo deste trabalho, desempenhou um papel fundamental nunca medindo esforços para que todas as etapas fossem realizadas com sucesso;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida;
- Aos Coordenadores do Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia (PPBio): Dra. Marlúcia Bonifácio Martins (Coordenadora de Inventários) e Dr. João Ubiratan M. dos Santos (Gerente Geral) pela oportunidade concedida e por todo o apoio logístico indispensável à realização das coletas de campo;
- Ao Programa de Bolsas de Estudos para a Conservação da Amazônia (BECA) do Instituto de Educação do Brasil (Fundação Gordon and Betty Moore) pela concessão da Bolsa/Auxílio que muito contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho;
- À Dra. Roberta Valente pelo empréstimo de algumas armadilhas de Malaise utilizadas neste trabalho;
- À Kamélia Alves pelo apoio técnico na montagem do material coletado;
- Aos técnicos José Orlando Moreira Dias e José Antônio Nunes Pena pela grande ajuda prestada em campo e ao Sr. João Raimundo que foi fundamental na localização dos ninhos de “caba” em meio a vegetação;
- Agradeço imensamente à minha família (Maria Ivone, Santana, Virgínia, Eli, Wellington, Adriana, Hárlen, Camila, Yuri) por todo o apoio que sempre me deram em minhas decisões;
- Ao meu namorado Fábio Cardoso pela paciência nos momentos de “stress”, por suas palavras de incentivo e por todos os outros momentos em que me ajudou em coisas aparentemente pequenas, mas que, para mim, significaram muito;
- Aos meus amigos de laboratório: Kamélia, Bethânia, Gemaque e Nazareno pelos momentos de descontração e companheirismo; À Ana Lucia Nunes pela conversas, companhia na hora do almoço enfim, por todos os momentos alegres;
- Ao amigo Nazareno Junior que muito me ajudou na edição das fotos e ao amigo Augusto Quaresma pela constante ajuda;
- Às minhas amigas Lucilene, Éville e Márcia que mesmo longe, sempre tiveram uma palavra de incentivo;
- À minha amiga Dra. Gisele Garcia por ter me iniciado no estudo das vespas sociais.

SUMÁRIO		PÁGINA
LISTA DE FIGURAS.....		v – vi
RESUMO.....		vii
ABSTRACT.....		viii
1 INTRODUÇÃO.....		1
1.1	CLASSIFICAÇÃO E BIOLOGIA DE VESPAS SOCIAIS.....	1
1.2	COMPOSIÇÃO DA FAUNA SUL-AMERICANA.....	4
1.3	PADRONIZAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS DE COLETA.....	6
2 OBJETIVOS		9
2.1	OBJETIVO GERAL.....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3 METODOLOGIA		10
3.1	REGIÃO DO ESTUDO.....	10
3.2	CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DO SÍTIO DE ESTUDO: A GRADE DO PPBio.....	11
3.3	NÚMERO E DURAÇÃO DAS EXPEDIÇÕES.....	16
3.4	MÉTODOS DE COLETA	16
3.4.1	Armadilha de Malaise.....	16
3.4.2	Busca Ativa.....	19
3.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	21
3.5.1	Composição Taxonômica.....	21
3.5.2	Abundância relativa das Espécies.....	21
3.5.3	Desempenho dos métodos.....	22
3.5.4	Variação espacial.....	23
3.5.5	Distribuição das espécies.....	24

SUMÁRIO	PÁGINA
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 COMPOSIÇÃO DA FAUNA.....	26
4.1.1 Aspectos Gerais.....	26
4.1.2 Comparação com o inventário realizado na Estação Científica Ferreira Penna.....	35
4.1.3 Comparação com outros trabalhos de levantamento realizados no Brasil.....	39
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS REFERENTES AOS MÉTODOS DE COLETA.....	43
4.2.1 Busca Ativa.....	43
4.2.1.1 Frequência relativa das espécies nas amostras.....	47
4.2.1.2 Desempenho do método Busca Ativa na grade.....	49
4.2.2 Armadilha de Malaise.....	55
4.2.2.1 Número de indivíduos e espécies por amostra.....	61
4.2.2.2 Desempenho do método Armadilha de Malaise na grade.....	63
4.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	66
4.3.1 Distribuição das espécies.....	66
4.3.2 Distribuição dos registros e espécies por amostra na grade.....	71
5 CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	85

LISTAS DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará	13
Figura 2. Representação esquemática da grade de 25 Km ² do PPBio.....	14
Figura 3. Ambientes observados na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	15
Figura 4. Armadilha de Malaise montada em um dos pontos de cruzamento das trilhas na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	17
Figura 5. Disposição das armadilhas de Malaise nos pontos de cruzamento das trilhas de 5000 m da grade do PPBio.....	18
Figura 6. Seqüência estacional de aquisição das amostras através do método de Busca Ativa na grade do PPBio.....	20
Figura 7. Número de espécies de vespas sociais por gênero registradas através dos métodos de busca ativa e armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará	31
Figura 8. Distribuição das colônias de vespas sociais ao longo das trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	32
Figura 9. Ninhos de vespas sociais encontrados na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará em diferentes substratos.....	33
Figura 10. Ninhos de vespas sociais em associação com diferentes espécies vegetais.....	34
Figura 11. Comparação entre o número de espécies por gênero entre a grade do PPBio (trilhas em área de floresta) e a área da ECFPn, Caxiuanã, Pará.....	38
Figura 12. Curva de acumulação média e observada das espécies coletadas em 60 trilhas de 1000m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	51
Figura 13. Subconjuntos de 25 amostras que totalizam 63 espécies de vespas sociais obtidas na grade do PPBio.....	52
Figura 14. Comparação entre as curvas médias de acumulação de espécies para o método de busca ativa em trilhas de 1000m no interior da floresta entre a grade do PPBio e a ECFPn, Caxiuanã, Pará.....	54
Figura 15. Número de espécies por gênero capturadas em armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	57
Figura 16. Proporção de indivíduos coletados em cada gênero em armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	59

Figura 17.	Curva de acumulação de espécies para o método de armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	64
Figura 18.	Comparação das curvas média de acumulação de espécies para o método de armadilha de Malaise entre a grade do PPBio e a área da ECFPn, Caxiuanã, Pará.....	65
Figura 19.	Representação esquemática das presenças/ausências das espécies de vespas sociais na grade do PPBio, Caxiuanã, PA.	70
Figura 20.	Distribuição das riquezas por amostra agrupadas em cada ponto central das trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	72
Figura 21.	Distribuição dos registros por amostra agrupados em cada ponto central das trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.....	73

RESUMO

Vespas sociais destacam-se pela complexidade da organização social, pela arquitetura dos ninhos e pela importância na cadeia alimentar, como predadores de outros insetos e artrópodes. Os levantamentos faunísticos no Brasil ainda são considerados reduzidos e há carência de padronização entre protocolos de coleta, o que dificulta a comparação dos resultados obtidos. O presente trabalho consiste em estudo da fauna de vespas sociais numa parcela de floresta de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, PA, um quadrado de 25 km² previamente demarcado com trilhas de 5000 m entrecruzadas, em formato de grade. A coleta consistiu na busca ativa por indivíduos e colônias de vespas sociais ao longo das trilhas e na instalação de armadilhas de Malaise em alguns cruzamentos de trilhas. Foram percorridas 60 trilhas e instaladas 26 armadilhas, ao longo de 44 dias descontínuos de campo. Foram registradas 65 espécies de vespas sociais pertencentes a 12 gêneros. *Polybia* e *Mischocyttarus* destacaram-se como os principais gêneros em número de espécies. *Agelaia fulvofasciata* e *Angiopolybia pallens* foram as espécies mais frequentes. Busca ativa apresentou um melhor desempenho quanto à descoberta de espécies de vespas sociais (63) do que armadilha de Malaise (26). Dois subconjuntos de 25 amostras, cujas respectivas acumulações também resultam em totais de 63 espécies, foram obtidos através do programa DIVA-GIS, demonstrando que o resultado geral do inventário poderia em tese ser alcançado com um esforço consideravelmente menor, distribuído por toda a extensão da grade. O levantamento representou um incremento de 21 espécies à lista obtida anteriormente para Caxiuanã, totalizando 100 espécies para a região, e de dois novos registros para o estado do Pará (*Polybia brunnea* e *Mischocyttarus vaqueroi*).

Palavras-chave: Polistinae, vespas sociais, inventário, comparação de protocolos, Caxiuanã.

ABSTRACT

Social wasps are remarkable for their complex social organization, the elaborated architecture of the nests, and for their predatory role in terrestrial alimentary chains controlling populations of other insects and arthropods. Inventories of species in Brazil are still reduced in number as well as the efforts for standardization of collecting protocols, thus inhibiting adequate comparison of results. This work consists in a study of a local fauna of social wasps in a parcel of Amazonian terra firm forest in Caxiuanã, Melgaço, PA. The parcel is a 25 km² square, traversed by two orthogonal sets of 5000m tracks, conferring to the study site a grid format. Collecting methods were “Active search for individual and colonies along 1000m transects” and “Malaise traps installed at transect crosses”. Sixty active search samples and 26 Malaise samples were obtained along a discontinuous period of 44 days. Sixty-five species of 12 genera were collected with both methods. Most species were registered by finding individuals, the spotting of nests being relatively rare events (74 nests). *Polybia* and *Mischocyttarus* were the most important genera in species number. *Agelaia fulvofasciata* and *Angiopolybia pallens* were the most frequent species. The active search method presented a better performance in species discovery (63) than Malaise trap (26). Two subsets of 25 samples were obtained with DIVA-GIS software, both sets summing to 63 species, thus showing that the all-samples total species number could be obtained with a smaller effort, widely distributed across the area. The survey added 21 species to the list of Caxiuanã, now with a total of 100 species, and produced two new species records for Pará state (*Polybia brunnea* and *Mischocyttarus vaqueroi*).

Key-words: Polistinae, social wasps, inventory, comparison protocols, Caxiuanã.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CLASSIFICAÇÃO E BIOLOGIA DE VESPAS SOCIAIS

A família Vespidae encontra-se dividida em seis subfamílias atuais: Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Vespinae e Polistinae. As três primeiras possuem modo de vida solitário ou primitivamente social. Já os representantes das subfamílias Stenogastrinae, Vespinae e Polistinae apresentam um comportamento social com caráter mais elaborado e compartilham uma série de características, tais como: aprovisionamento progressivo para a prole com presas mastigadas (formas adultas e imaturas de artrópodes), cuidado da prole até a emergência do adulto, construção de ninhos complexos que pendem livres do substrato, reutilização das células de cria, compartilhamento do ninho entre adultos de várias gerações, “trofalaxis” entre adultos, cooperação no cuidado da prole e divisão temporal reprodutiva de trabalho (CARPENTER, 1991).

A subfamília Polistinae representa o grupo mais diverso dentre as vespas sociais, tanto pela riqueza de espécies (mais de 900 espécies descritas), como pela diversidade morfológica e comportamental. É cosmopolita, embora a maior diversidade de espécies esteja concentrada nos trópicos, especialmente no Novo Mundo (CARPENTER, 1991; CARPENTER & MARQUES, 2001).

A análise cladística da subfamília Polistinae realizada por CARPENTER (1991) reconheceu 29 gêneros agrupados em quatro tribos, a saber: Ropalidini, Polistini (*Polistes*), Mischocyttarini (*Mischocyttarus*) e Epiponini (*Apoica*, *Agelaia*, *Angiopolybia*, *Pseudopolybia*, *Parachartergus*, *Leipomeles*, *Marimbonda*, *Chartegellus*, *Nectarinella*, *Protopolybia*, *Polybia*, *Protonectarina*, *Charteginus*, *Chartergus*,

Brachygastra, *Synoecoides*, *Epipona*, *Synoeca*, *Asteloeca*, *Metapolybia*, *Clypearia* e *Occipitalia*). Entretanto, estudos posteriores realizados por este mesmo autor sinonimizaram o gênero *Occipitalia* a *Clypearia* (CARPENTER *ET AL.*, 1996), *Synecoides* a *Polybia* (CARPENTER *ET AL.*, 2000) e *Marimbonda* a *Leipomeles* (CARPENTER, 2004b). Na América do Sul, a subfamília Polistinae está representada pelas tribos Polistini, Mischocyttarini e Epiponini. Espécies da tribo Epiponini estão entre as mais amplamente distribuídas na América do Sul, compreendendo 20 gêneros e cerca de 150 espécies descritas (CARPENTER *ET AL.*, 1996; CARPENTER & MARQUES, 2001).

Vespas sociais são notáveis por diversas características que despertam o interesse para o seu estudo. Apresentam grande diversidade no comportamento social, com caráter mais elaborado nos Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae (CARPENTER, 1991). Adicionalmente, estes insetos constroem ninhos que variam desde estruturas mais simples até aquelas mais complexas. Os ninhos podem ser constituídos pelos mais diversos tipos de materiais, como polpa de madeira, fibras e tricomas de plantas, que são macerados e misturados com água e, em alguns casos, com secreção glandular (JEANNE, 1975; WENZEL, 1998). A diversidade de formas e a complexidade arquitetônica dos ninhos são tamanha que alguns detalhes estruturais têm sido usados na elaboração de chaves de identificação em nível de gênero (WENZEL, 1998; ARAB, 2003).

Além da complexidade da organização social, vespas sociais desempenham um importante papel na cadeia alimentar. Grande parte das espécies obtém toda proteína necessária através da captura de insetos, principalmente larvas de besouros e borboletas e indivíduos adultos de cupins. Apesar do tamanho pequeno, essas vespas são tão numerosas que chegam a compreender um dos maiores grupos de predadores em

ecossistemas neotropicais (RAW, 1992). Adicionalmente, algumas espécies de vespas são consumidoras de carcaças de animais mortos (O'DONNELL, 1995). O hábito predador e a relativa conspicuidade nos ambientes terrestres, aliados à organização social das colônias, justificam a expectativa de que exerçam um impacto considerável sobre as populações de insetos, especialmente de lepidópteros (GOBBI *ET AL.*, 1984; RICHTER, 2000).

As vespas sociais podem, ainda, se adequar bem a estudos de ecologia de populações, pelo caráter estacionário dos ninhos e possibilidade de contagem da população das espécies (RAW, 1998). Outro aspecto da importância das vespas sociais neotropicais decorre da relativa facilidade de identificação das espécies. Apesar de constituírem um grupo bastante diverso, a taxonomia dos Polistinae é relativamente bem conhecida e, muitas espécies, podem ser identificadas com precisão através de chaves publicadas (RICHARDS, 1978; COOPER, 1996a, 1996b, 1997a, 1997b). Além disso, o conhecimento sobre as relações filogenéticas entre os gêneros que constituem a subfamília encontra-se bastante adiantado (CARPENTER, 1991; CARPENTER *ET AL.*, 1996). O desenvolvimento recente da sistemática dos Polistinae sustenta a expectativa de que o grupo possa ser útil em análises envolvendo a caracterização e comparação de faunas regionais. Na Amazônia, onde a diversidade de vespas sociais é consideravelmente alta, esse potencial parece particularmente importante (SILVEIRA, 2002).

Vespas sociais são mais conhecidas popularmente pela agressividade com que as fêmeas defendem seus ninhos, sendo bastante temidas pela população em geral. Em áreas urbanas algumas espécies utilizam edificações humanas como substrato de nidificação (FOWLER, 1983). Os termos “caba” e “marimbondo” são os mais utilizados

na designação popular desses insetos. O primeiro termo é de origem Tupi e é mais utilizado nas regiões norte e nordeste do Brasil. O segundo termo, por sua vez, é de origem africana, sendo utilizado nas demais regiões.

1.2 COMPOSIÇÃO DA FAUNA SUL-AMERICANA

As primeiras contribuições para o estudo da fauna de vespas sociais na América do Sul remontam ao final do século XVIII e início do século XIX. DUCKE (1905) comenta que “... após um período de cinquenta anos de completa negligência, o estudo dos vespídeos sociais começava a ganhar alguns adeptos na América do Sul, que aumentaram consideravelmente o conhecimento desta subfamília ricamente representada na região.” O autor cita ainda algumas importantes contribuições que antecederam seu trabalho (BRETHES, 1903; DUCKE, 1904; IHERING, 1904). O trabalho de (IHERING, 1904) teve como enfoque as vespas sociais do Brasil e é ressaltado como uma importante contribuição sobre a biologia destes insetos. Para a região amazônica, principalmente para o Estado do Pará, os trabalhos de DUCKE (1904; 1905 e 1907) sobre a fauna de vespas sociais representaram um grande avanço no conhecimento sobre diversos aspectos da biologia, sistemática e distribuição do grupo na região. Este autor registrou 103 espécies de vespas sociais na Amazônia, das quais 91 com ocorrência no estado do Pará.

Outra contribuição de suma importância para o conhecimento das vespas sociais no Brasil foi feita por RICHARDS (1978). Este autor trabalhou em uma localidade denominada “Base Camp” durante a expedição da “Royal Geographical Society” em

Nova Xavantina, Mato Grosso, realizada em 1968, e registrou 88 espécies e subespécies.

Nas últimas décadas, alguns esforços vêm sendo direcionados para o aumento do conhecimento da diversidade da fauna brasileira de vespas sociais. Apesar disso, ainda são poucas as localidades onde têm sido realizados levantamentos mais detalhados e sistematizados dessas espécies. Os estudos desenvolvidos estão concentrados principalmente em áreas de Cerrado (HENRRIQUES *ET AL.*, 1992; ROCHA *ET AL.*, 1993; DINIZ & KYTAYAMA, 1994, 1998; MECHI, 1996; RAW, 1998 b; SILVA, 2004; SOUZA, 2005; CAMPOS, 2005) e na Região Amazônica (RAW, 1988; RAW, 1998a; SILVEIRA, 2002; MPEG 2005; MORATO & PASSOS, 1998; SILVEIRA *ET AL.* 2005).

No Cerrado do Brasil Central, os trabalhos desenvolvidos têm registrado, até o momento, cerca de 130 espécies de vespas sociais (RICHARDS, 1978; DINIZ & KITAYAMA, 1994). Adicionalmente, SILVA (2004) registrou 23 espécies para o cerrado do nordeste do estado do Maranhão, das quais, oito constituem novas ocorrências para o estado. Na Amazônia Brasileira, 20 gêneros e mais de 200 espécies têm sido registradas, representando cerca de 2/3 da fauna brasileira (SILVEIRA, 2002). Somente na região da Serra dos Carajás, na porção sudeste do estado do Pará, um relatório realizado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi através de dados levantados em coleções científicas revelou uma fauna de vespas sociais composta por 116 espécies pertencentes a 19 gêneros. Este total corresponde a um número de espécies 25% maior que em qualquer outra área amostrada na Amazônia. Na região de Caxiuanã, apenas um inventário foi realizado por SILVEIRA (2002) em que foram registradas 79 espécies de vespas sociais.

1.3. PADRONIZAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS DE COLETA

Um dos fatores que dificultam um maior acúmulo de conhecimento sobre aspectos como a composição, distribuição e abundância da fauna de vespas sociais em diversas regiões do Brasil é a falta de padronização entre as diferentes metodologias utilizadas nos inventários dessas espécies. SILVEIRA (2002) desenvolveu um inventário na área da Estação Científica Ferreira Pena (ECFPn), em Caxiuanã, visando estabelecer um protocolo de amostragem simples que pudesse ser reproduzido em outras áreas, para que uma quantidade maior de informações comparáveis pudesse estar disponível. Foi utilizado o método de “line census”, baseado no trabalho realizado por OGUSHI *ET AL.*, (1998) sobre a distribuição ecológica e densidade de colônias de Stenogastrinae no sudeste da Ásia. Este método foi considerado por SILVEIRA (2002) como mais adequado para inventariar vespas sociais em áreas de floresta na Amazônia, onde a vegetação é bastante densa e alta. As coletas foram realizadas em uma área cuja extensão maior corresponde a uma distância de cerca de 30 km. Foram utilizadas armadilhas de interceptação de vôo dos insetos (Malaise) e realizadas buscas ativas ao longo de trilhas terrestres no interior da mata e ao longo das margens de rios. O uso de amostras padronizadas tornou possível a obtenção de estimativas indiretas da abundância relativa da maioria das espécies, e de números médios de indivíduos, colônias e espécies esperados por amostra. Tornou possível, também, a construção de curvas de acumulação de espécies, úteis na avaliação da eficiência dos métodos de coleta e do estágio alcançado no inventário das espécies.

Em relação à necessidade de padronização das amostragens de fauna no Brasil vale mencionar o Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia (PPBio)

criado em 2005, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Com o apoio de 40 cientistas e gestores públicos das áreas de ciência, tecnologia e meio ambiente, busca estabelecer protocolos padronizados para inventários biológicos, com o objetivo de permitir que essas informações sejam armazenadas em bancos de dados acessíveis por diferentes setores, para uso por pesquisadores de diferentes especialidades e de diferentes instituições nacionais, de forma planejada e articulada.

O sistema de padronização do PPBio foi elaborado visando inventariar todos os táxons biológicos considerados no programa e, por isso, apresenta eventualmente aspectos diferenciados daqueles protocolos tradicionalmente usados para um ou outro táxon, isoladamente. No caso das vespas sociais, os principais aspectos que diferem do protocolo desenvolvido por SILVEIRA (2002) são: (1) menor tamanho da área a ser inventariada, restrita a 25 km², o que corresponde a aproximadamente 1/8 da área explorada no protocolo anteriormente citado e (2) padrão regular de localização dos percursos de busca.

Um fator importante a considerar na implementação de um novo protocolo de amostragem de vespas sociais diz respeito ao padrão de distribuição desses organismos. Para muitos grupos de animais considera-se que o padrão de distribuição agregado seja predominante (TAYLOR, 1961; HAMILTON, 1971; TAYLOR *ET AL.*, 1978; ROSEWELL *ET AL.*, 1990), em função de uma série de comportamentos, modos de postura, competição por nutrientes, fuga de predadores e estresse físico (LEVIN, 1978; DOUGLAS, 1980). Entre as vespas sociais, pode-se supor um cenário semelhante, levando em consideração a organização social complexa desses organismos, bem como o padrão de fundação de novas colônias geralmente nas proximidades da colônia-mãe (FORSYTH, 1980). Vespas sociais são insetos altamente territoriais, suas populações apresentando considerável

viscosidade (RICHARDS, 1971). Na maioria das espécies, a distância entre uma colônia recém fundada e a colônia-mãe é grandemente limitada, sendo quando muito da ordem de poucas centenas de metros. Em grande parte das vespas enxameantes (Epiponini), em que as rainhas dependem de um grande número de operárias associadas, os deslocamentos para iniciação de novas colônias são movimentos grupais altamente coordenados, mediados por trilhas químicas marcadas com feromônios (JEANNE, 1980, 1981). Esses fatos implicam na aceitação inicial da ocorrência de níveis elevados de agregação dos ninhos. Considerando-se tais fatores, existe a possibilidade de que um inventário numa área limitada (embora de razoável extensão como na grade do PPBio) possa gerar apenas um sub-conjunto mais reduzido da fauna local. Além disso, a área delimitada pelo programa PPBio em Caxiuanã restringe a variedade de ambientes explorados no protocolo anterior. Por outro lado, deve-se considerar a expectativa de que a maior sistematicidade na exploração da área, imposta pela regularidade das trilhas da grade, seja um fator que amenize as limitações anteriormente citadas, ou seja, um esforço de coleta maior e mais concentrado poderia compensar um efeito de diminuição na área total explorada.

O Programa PPBio possui uma abrangência nacional e, em sua fase inicial vem implementando esse sistema de coleta em diversas localidades na Amazônia e no Semi-árido. Além disso, a grade também é passível de reprodução em outros biomas brasileiros. Dessa forma seria possível a comparação adequada da fauna entre diferentes regiões da Amazônia e também entre outros biomas brasileiros. Assim, justifica-se a necessidade de verificar a efetividade dessa grade de 25 km² em termos do descobrimento das espécies da fauna local de vespas sociais e da obtenção de outros tipos de informação, como abundância e distribuição dessas espécies.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo ampliar e aprofundar o conhecimento sobre a fauna de vespas sociais em uma área de Floresta Amazônica, revelando ocorrências adicionais às que já haviam sido registradas na região, contribuindo para o estudo comparativo das faunas regionais destes insetos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a fauna local de vespas sociais em um quadrado de 25 km² na Floresta Nacional de Caxiuanã em termos de composição e abundância das espécies;
- Comparar, em termos de riqueza e composição, a fauna de vespas sociais encontrada na área com aquela anteriormente registrada na área da Estação Científica Ferreira Pena;
- Comparar os resultados obtidos com outros trabalhos de levantamento das espécies de vespas sociais realizados no Brasil;
- Avaliar quais as implicações da adoção do protocolo proposto pelo PPBio sobre a efetividade do inventário;
- Estudar o padrão de distribuição das espécies de vespas sociais da região, enfatizando também espécies que demonstram preferência por determinados locais ou substratos de nidificação.

3. METODOLOGIA

3.1 REGIÃO DO ESTUDO

A Floresta Nacional de Caxiuanã compreende uma área de 330 mil hectares, gerenciada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA). Encontra-se localizada nos Municípios de Portel e Melgaço a 400 km de Belém (Pará), entre a Ilha de Marajó e o Rio Xingu (Figura 1). A drenagem principal da região é constituída pelo Rio Anapu, formador da baía de Caxiuanã. Esta baía é um grande lago de terra-firme, formado em decorrência das últimas transgressões marinhas e do “represamento” natural do rio Anapu. Segundo a classificação elaborada por SIOLI (1984), a baía de Caxiuanã corresponde à categoria “rios de águas pretas” (COSTA *ET AL.*, 2002).

O clima da região é do tipo *Ami* segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical úmido, com um curto período de estiagem. Estudos meteorológicos realizados por COSTA & MORAIS (2002) demonstraram a existência de dois períodos bastante distintos nessa região: um período úmido ou chuvoso, que compreende os meses de janeiro, fevereiro e março e um período seco, que compreende os meses de setembro, outubro e novembro. A temperatura média fica em torno de 26° C, com mínima e máxima variando de 22° C a 32°C, respectivamente (SUDAM 1984).

O tipo de vegetação mais comum na região de Caxiuanã é a floresta tropical úmida de terra firme que ocupa 85% de toda a área da Flona. Outros tipos de vegetação encontrados são mata de várzea, áreas de vegetação savanóide, além de ambientes aquáticos, como igapós, igarapés, lagos e baías (ALMEIDA *ET AL.*, 1993). As florestas de várzea ocorrem em áreas de inundação na baía de Caxiuanã, não sendo, porém, várzea

típica do estuário amazônico conforme a descrição de SIOLI (1951), uma vez que as águas apresentam baixo teor de sedimentos. A floresta de igapó é relativamente baixa e sua biomassa é inferior àquelas registradas para as florestas de terra firme e várzea. A mancha de vegetação savanóide assemelha-se às paisagens dos campos do Marajó, dominada pelo estrato herbáceo contínuo onde se destacam as gramíneas. Todos esses ambientes abrigam uma grande riqueza florística e faunística (LISBOA, 2002).

Inserida na Floresta Nacional de Caxiuanã, encontra-se a Estação Científica Ferreira Pena (ECFPn), base de pesquisa do Museu Paraense Emílio Goeldi, que abrange uma área de 33.000 ha onde, há mais de 10 anos, pesquisas nas mais diversas áreas vêm sendo desenvolvidas (Figura 1).

3.2 CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DO SÍTIO DE ESTUDO: A GRADE DO PPBio

As coletas foram realizadas em um quadrado de 25 km², localizado a aproximadamente 30 km da Estação Científica Ferreira Pena (Figura 1). A área foi previamente demarcada com dois conjuntos perpendiculares de trilhas com extensão de 5 km. As trilhas se entrecruzam em intervalos de 1 km, conferindo ao quadrado um formato de “grade” (Figura 2). Ao longo de toda a extensão das trilhas existem marcações a cada 100 m de distância.

Pesquisas sobre a estrutura da vegetação da grade ainda estão em fase preliminar e, portanto, não puderam ser utilizadas no presente trabalho. Entretanto, o que pôde ser observado, no geral, é que na área predomina floresta de terra firme (Figura 3a). Porém, outras fisionomias também foram observadas, tais como pequenas clareiras, resultantes da queda de galhos ou mesmo de árvores, e mata de igapós em áreas alagadas pelo transbordamento de pequenos cursos de água que cruzam a grade (Figura 3b-c). Alguns

trechos da grade são marcados pela presença de uma grande quantidade de cipós e poucas árvores de grande porte.

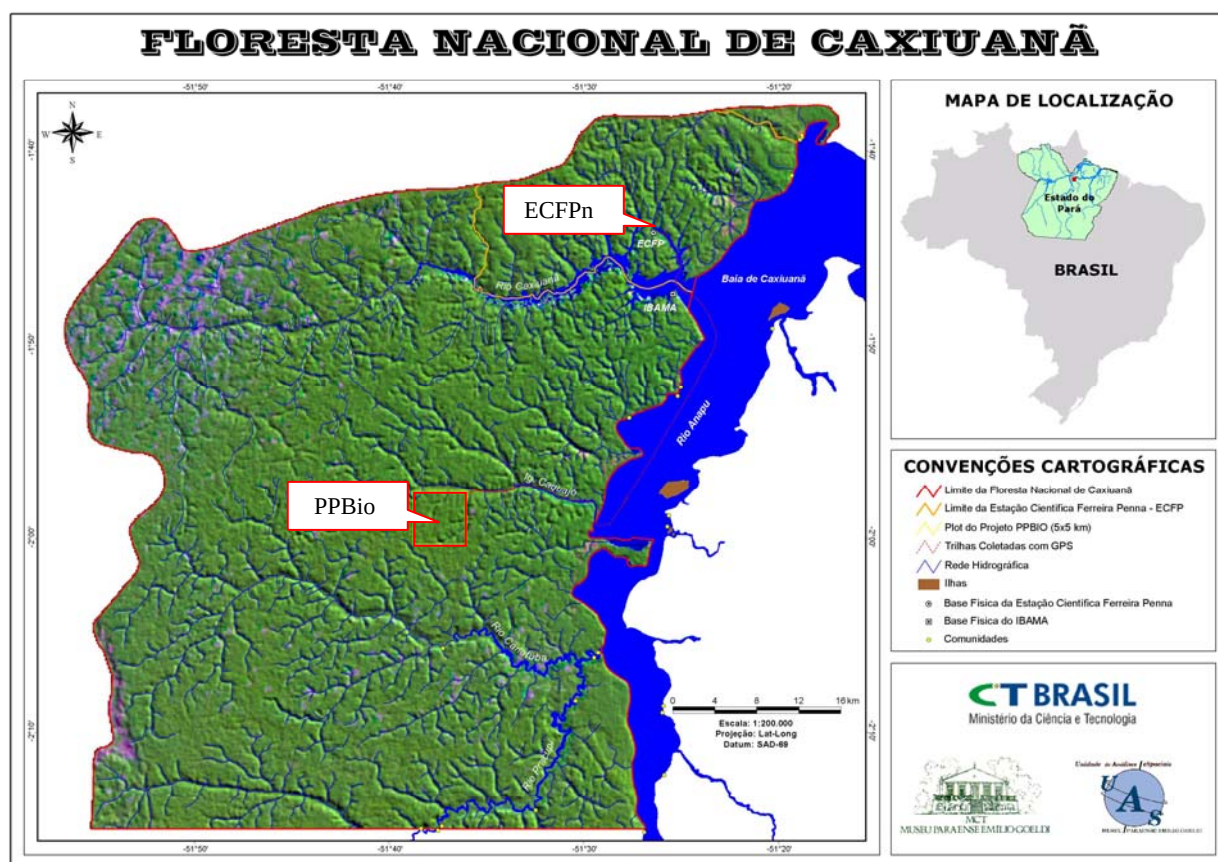


Figura 1. Localização da área de estudo: Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. Em destaque a localização da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) situada a 30 km da área de estudo (mapa cedido pelo programa PPBio).

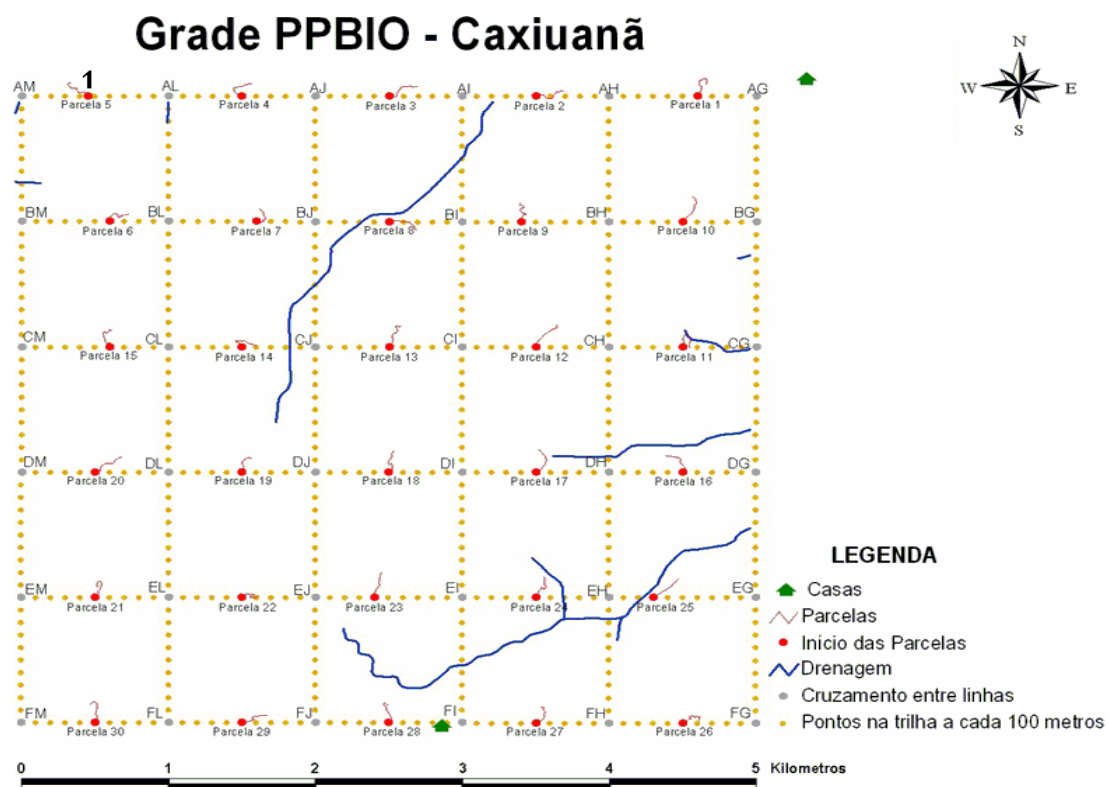


Figura 2. Grade de coleta do programa PPBio, Caxiuanã, Pará. Linhas azuis representam pequenos cursos de água que cruzam a grade. Estão representados os dois acampamentos da grade (um na margem sul e outro na margem nordeste).

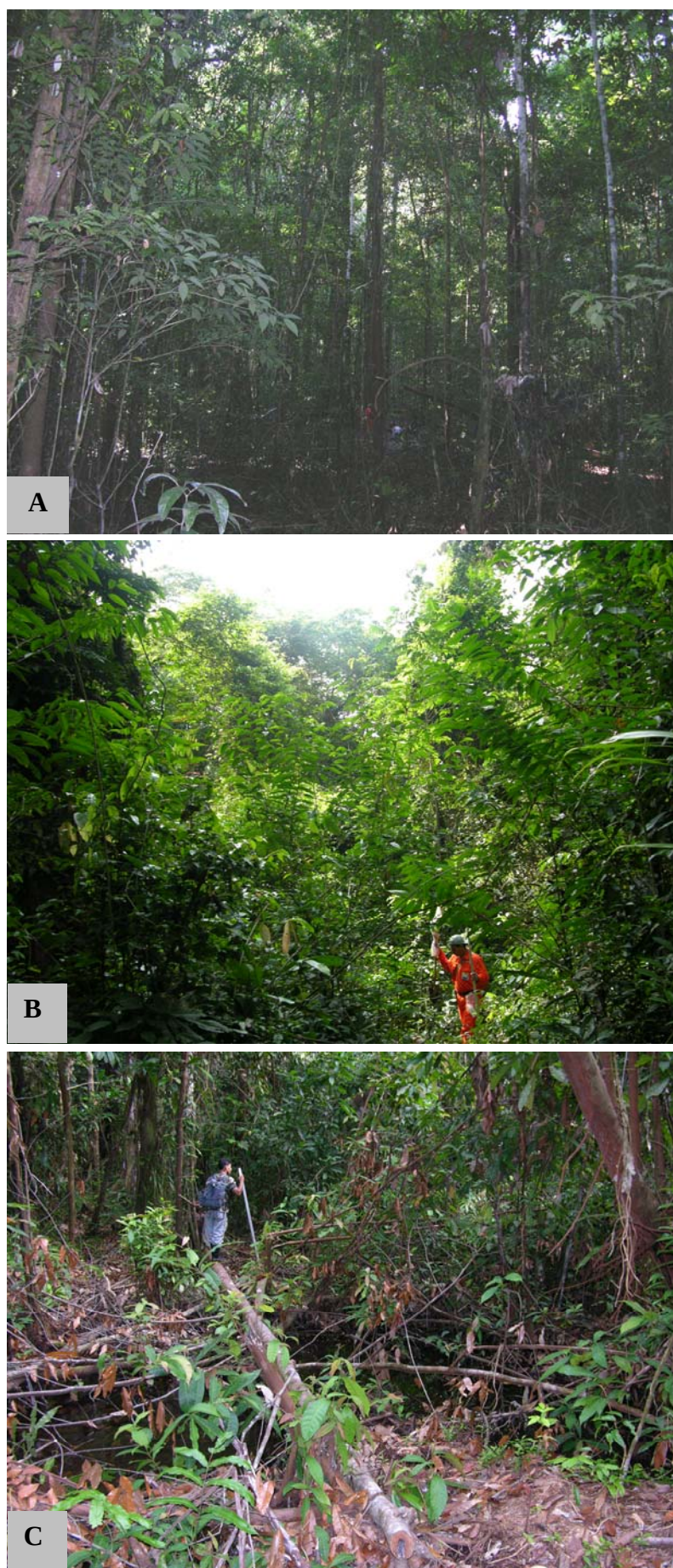


Figura 3. Ambientes observados na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. **A-** Mata de Terra Firme; **B-** Mata de Terra Firme com clareira e **C-** Igarapé que cruza uma das trilhas e que inunda a vegetação ao redor periodicamente formando igapós.

3.3 NÚMERO E DURAÇÃO DAS EXPEDIÇÕES

Foram realizadas três expedições à área de estudo durante o ano de 2006. A primeira compreendeu o final do mês de março e início de abril, totalizando 16 dias efetivos de campo. A segunda expedição compreendeu o final do mês de julho e início de agosto (18 dias efetivos de campo). Por fim, a terceira expedição foi realizada entre o final de outubro e início do mês de novembro (10 dias efetivos de campo). Assim, no total, foram realizados trabalhos de campo ao longo de 44 dias descontínuos.

3.4 MÉTODOS DE COLETA

3.4.1 Armadilha de Malaise

Consiste em uma armadilha de interceptação do voo dos insetos. A estrutura da armadilha é formada basicamente por um septo interceptor de 2 m² e um cone de captura com um copo coletor em sua extremidade, contendo álcool etílico (80%), onde os insetos caem e ficam preservados (Figura 4). Na primeira expedição, foram instaladas 10 armadilhas nos pontos de cruzamento das trilhas, no lado norte da grade. Na segunda expedição foram instaladas mais 10 armadilhas no lado sul da grade. Na última expedição, foram instaladas mais seis armadilhas em alguns pontos mais próximos do acampamento, também na margem sul da grade. Três destas últimas armadilhas foram instaladas no interior da trilha, afastadas cerca de 200 m em relação à intersecção das trilhas (Figura 5).

Cada armadilha permaneceu montada por 10 dias por um período de 24 horas. Ao final dos primeiros cinco dias de permanência das armadilhas, as mesmas foram

vistoriadas e todo o material capturado foi recolhido. As armadilhas foram reabastecidas com álcool e o material capturado foi novamente recolhido no décimo dia. A unidade amostral considerada foi uma armadilha de Malaise durante um período de dez dias.



Figura 4. Armadilha de Malaise montada em um dos pontos de cruzamento das trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. A seta em vermelho indica o copo coletor, onde caem e ficam armazenados os insetos capturados na armadilha.

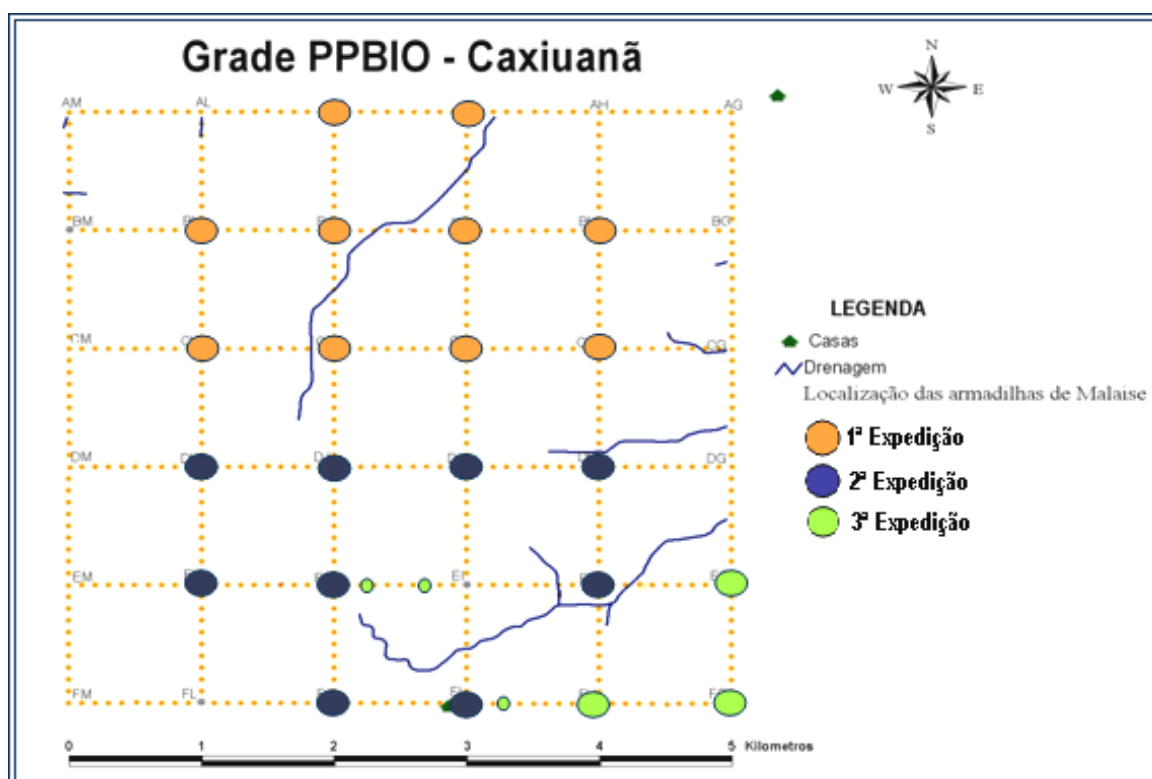


Figura 5. Disposição das armadilhas de Malaise nos pontos de cruzamento das trilhas de 5000 m da grade do PPBio. Os círculos de cores diferentes representam as armadilhas montadas em cada expedição (ver legenda).

3.4.2 Busca ativa

Consistiu na busca por ninhos e indivíduos em vôo ao longo de toda extensão das 60 trilhas de 1000 m constituintes da grade. Cada trilha foi percorrida por três coletores, sendo que um deles é um nativo da região muito hábil em localizar objetos em meio à vegetação da mata. Em todas as expedições, um dos coletores sempre caminhou sobre a trilha e os outros dois se deslocaram nas laterais, cada um afastado cerca de 5 m em direção ao interior da mata. Ao longo das trilhas, a vegetação foi vasculhada em busca de colônias de vespas sociais, contando também com o auxílio de binóculos, quando necessário. Em casos onde a colônia era pequena e de fácil acesso, a mesma foi coletada juntamente com todos os seus indivíduos. Do contrário, apenas uma amostra de exemplares foi coletada. Os indivíduos avistados forrageando foram coletados com rede entomológica.

Em cada registro efetuado (indivíduo em vôo ou colônia) foram anotadas as seguintes informações: código da trilha, data, distância em metros do ponto de coleta em relação ao início da trilha e, no caso de colônias, a altura da mesma em relação ao solo. A distância do ponto de coleta em relação ao início da trilha foi estimada com o auxílio de placas de marcação disponíveis a cada 100 m ao longo das trilhas. Na primeira excursão, foram percorridas 12 trilhas, na segunda 28 e, na terceira 20 (Figura 6). Em média cada trilha foi percorrida em 2 horas, com exceção das trilhas da primeira coleta quando se gastou um tempo maior em função da adaptação inicial ao trabalho e à dificuldade de locomoção dentro da área.

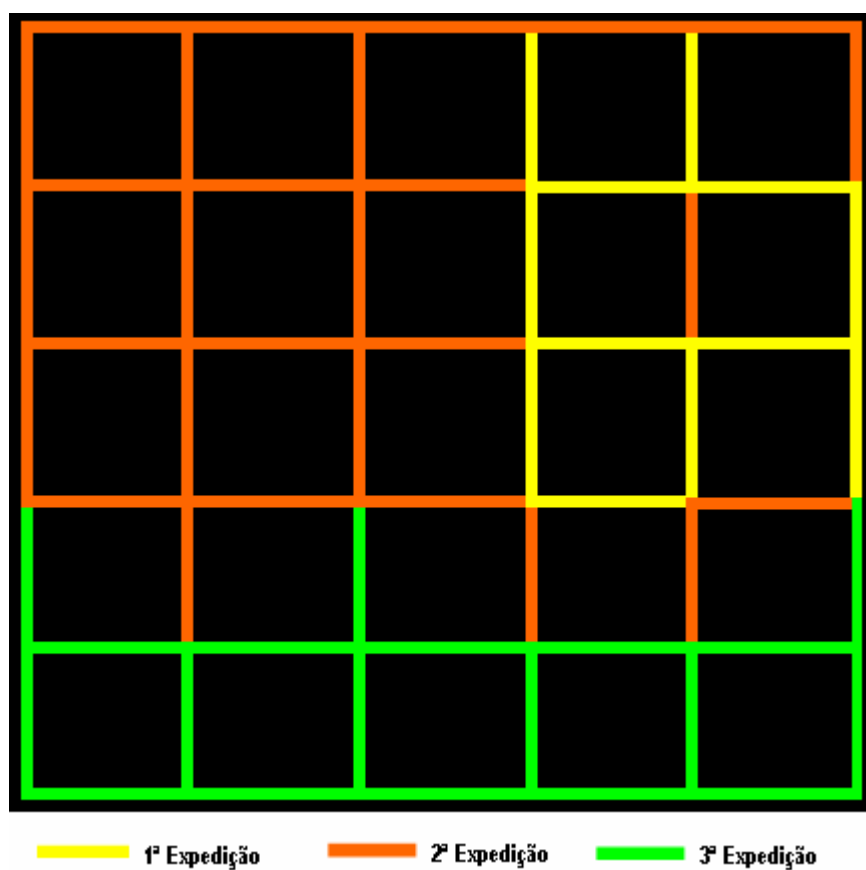


Figura 6. Seqüência estacional de aquisição das amostras através do método de Busca Ativa na grade do PPBio. As diferentes cores representadas na legenda correspondem às trilhas percorridas em diferentes expedições.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

3.5.1 Composição taxonômica

As espécies de Polistinae foram identificadas com chaves publicadas (RICHARDS, 1978; COOPER, 1996a, 1996b, 1997a, 1997b) e através da comparação com exemplares identificados da coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi. A confirmação das identificações foi feita pelo Dr. Orlando Tobias Silveira, especialista no grupo. Os exemplares coletados encontram-se depositados na Coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Os dados obtidos no presente trabalho foram comparados com os resultados obtidos por SILVEIRA (2002) em um levantamento de vespas sociais realizado na área da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn). A similaridade entre estas duas áreas foi estimada com o Índice de Jacard (KREBS, 1989; SOUTHWOOD, 1978). Foram realizadas comparações adicionais com alguns trabalhos realizados em outras regiões do Brasil (RODRIGUES & MACHADO, 1982; RAW, 1992; MARQUES *ET AL.*, 1993; DINIZ & KITAYAMA, 1994; RAW, 1998; MECI & MORAES, 2000; SILVA, 2004; SOUZA & PREZOTO, 2006).

3.5.2 Abundância relativa das espécies

Para os dois métodos de coleta empregados foi obtida uma medida indireta de abundância relativa das espécies, através do cálculo das suas frequências nas amostras (número de amostras no qual a espécie foi registrada/número total de amostras). Foram também consideradas outras medidas importantes, tais como número de colônias e

espécies por amostra e o número de indivíduos capturados em armadilhas (de acordo com SILVEIRA, 2002).

3.5.3 Desempenho dos métodos

Para avaliar o processo de adição de espécies através do aumento do esforço de coleta, foram construídas curvas de acumulação de espécies para os dois métodos empregados (armadilha Malaise e busca ativa), com o auxílio do programa ESTIMATES 7.5.0. Com o mesmo programa também foram obtidas estimativas do número máximo assintótico de espécies para cada método, seguindo o modelo de Michaelis-Menten para dados presença/ausência (MMMMeans; COLWELL, 2005). Utilizando um outro algoritmo, gentilmente cedido por R. COLWELL, foi calculado o número de amostras necessárias para adicionar mais uma espécie à lista total. O número de amostras obtido pelo método de busca ativa ($n = 60$) foi três vezes maior que o alcançado por SILVEIRA (2002) na área da ECFPn, propiciando maior confiabilidade sobre a avaliação de tendências assintóticas. (GOTELLI & COLWELL, 2001).

Para a avaliação do grau de redundância (repetições) na composição em espécies das amostras foi utilizado o programa DIVA-GIS 5.2. Este programa encontra um subconjunto das amostras que, maximizando a complementaridade entre elas, resulta num número máximo de espécies. O algoritmo é o mesmo utilizado para a seleção de reservas biológicas, um procedimento que captura a quantidade máxima de diversidade com menor número de unidades possível (HIJMANS *ET AL.*, 2005).

3.5.4 Variação espacial

A fim de analisar a distribuição espacial das espécies foram construídos, inicialmente, gráficos de distribuição dos registros na grade (indivíduo em voo ou colônia) utilizando informações sobre a distância de cada ponto de coleta nas trilhas (ver Anexo A:1-40). Posteriormente, os registros foram agrupados em torno dos centróides de cada trilha para a obtenção de gráficos de presença/ausência das espécies (ver Figura 19: 1-6). A análise de possíveis padrões agregados foi feita primariamente através da inspeção visual dos gráficos de distribuição dos registros. Os gráficos de presença/ausência das espécies nas trilhas foram utilizados para uma análise em uma escala mais ampla através de testes de autocorrelação espacial.

Autocorrelação espacial consiste na dependência dos valores de uma mesma variável entre pontos espacialmente adjacentes (SOKAL, 1979). Considera-se que uma variável apresenta uma estrutura espacial, ou mais especificamente, autocorrelação espacial, quando os valores observados em pares de pontos separados por uma determinada distância são mais similares (autocorrelação positiva) ou menos similares (autocorrelação negativa) do que o esperado para valores observados em pares de pontos escolhidos ao acaso (LEGENDRE, 1993).

Padrões espaciais para dados binários (presença/ausência) em unidades amostrais ou regiões adjacentes podem ser avaliados através da estatística *Join Count* (CLIFF & ORD 1971). A estatística possui uma analogia com um tabuleiro de xadrez, onde casas brancas (W-white) correspondem à ausência da espécie e casas pretas (B-black) à presença da espécie. As estatísticas JBB ou JWW avaliam a presença de autocorrelação positiva (pares de pontos adjacentes que se encontram na mesma

categoria: presença/presença ou ausência/ausência). A estatística correspondente JBW avalia a presença de autocorrelação espacial negativa (pares de pontos adjacentes que se encontram em categorias diferentes: presença/ausência) (FORTIN *ET AL.*, 2002).

As estatísticas foram calculadas através do programa PASSAGE - *Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis* (versão 1.0), um programa computacional específico para a análise de padrões espaciais (ROSENBERG, 2001). O programa computa o número de pares de pontos adjacentes (BB, WW e BW) observados (JC) em diferentes classes de distância e testa se o número de pares, em cada classe, é maior ou menor do que os valores esperados em uma distribuição randômica ($E(JC)$). Calcula também um teste “t” da diferença entre o valor esperado e o observado, e juntamente, é fornecido o valor da probabilidade para a diferença obtida (p). A hipótese nula é de que não há diferença entre o número de pares observado, em uma determinada classe de distância, e o número de pares esperado em uma distribuição randômica.

Adicionalmente, foram construídos gráficos de distribuição de riqueza e do número de registros em cada ponto central das trilhas de 1000 m. O programa PASSAGE também foi utilizado nesta análise.

3.5.5 Distribuição de espécies

SILVEIRA (2002) fez observações preliminares na região de Caxiuanã sobre a distribuição de algumas espécies do gênero *Mischocyttarus*, ora ocorrendo em associação com algumas espécies de plantas, ora em alguns tipos de habitat mais restritos. *Mischocyttarus adolphi*, por exemplo, nidifica obrigatoriamente em plantas de espécies que possuem mirmecódomos, ou seja, estruturas morfológicas especiais que

funcionam como abrigo para formigas. Algumas observações adicionais às que foram feitas por este autor são descritas no presente trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.COMPOSIÇÃO DA FAUNA

4.1.1 Aspectos Gerais

O presente trabalho revelou a ocorrência de 65 espécies de vespas sociais distribuídas em 12 gêneros, em um período de 44 dias descontínuos de trabalho (Tabela I). Os gêneros *Polybia* e *Mischocyttarus* destacaram-se por apresentar o maior número de espécies. Juntos, os dois gêneros são responsáveis por 42 espécies, ou seja, 65% da lista apresentada. Com exceção de *Agelaia*, *Polybia* e *Mischocyttarus*, os demais gêneros foram representados por apenas 1 a 2 espécies (Figura 7).

A maior parte das espécies foi registrada através da captura dos indivíduos em voo, tanto com rede entomológica como com armadilha de Malaise. A localização das colônias foi um evento raro comparado à captura dos indivíduos com rede entomológica. Apesar disso, foram localizadas 74 colônias de vespas sociais, sendo que, 39 espécies foram registradas através de tais encontros (Tabela I). A Figura 8 apresenta a distribuição das colônias de vespas sociais ao longo das trilhas na grade do PPBio.

O registro da altura das colônias em relação ao solo mostrou que apenas cinco espécies tiveram seus ninhos localizados em uma altura acima de 4 m, sendo que, a altura máxima foi alcançada por *Polybia dimidiata* (até 20 m). Em contraste, várias espécies tiveram seus ninhos localizados próximo ao solo (Tabela I). RAW (1998a) observou que, em áreas de floresta na Ilha de Maracá em Roraima, várias espécies de vespas sociais nidificam próximo ao solo da floresta e argumenta que a vantagem deste tipo de ambiente pode estar relacionada com a maior disponibilidade de substratos de nidificação, baixas temperaturas e umidade elevada. Para os ambientes que este autor explorou, os quais incluem áreas de vegetação aberta, como borda de floresta e clareira,

por exemplo, o argumento parece pertinente. Entretanto, para o presente trabalho, em que foram explorados somente ambientes no interior da floresta, é necessário considerar que este resultado pode ser em grande parte consequência da dificuldade em localizar colônias de vespas sociais no estrato superior da floresta, mesmo com o uso de binóculos.

As colônias foram encontradas nos mais diferentes substratos vegetais, como por exemplo, embaixo de folhas, suspensos em galhos e fixos na superfície do tronco ou mesmo no seu interior, em cavidades pré-existentes (Figura 9:A-F). Em geral, a maioria das espécies não demonstrou uma preferência por determinado tipo de planta. Entretanto, alguns casos constituíram exceções notáveis (Figura 10). *Mischocyttarus* sp.8 gr. *mallaris* forneceu fortes evidências de que tem preferência por nidificar em *Astrocaryum gynacanthum* Mart. (“mumbaca”). Todos os ninhos dessa espécie foram encontrados nessa planta, que possui o caule repleto de espinhos, que servem como pendúnculo a partir do qual o ninho é construído (Figura 10A). Outras espécies que também se destacaram nesse sentido foram *M. punctatus* e *M. vaqueroi*. Os três ninhos dessas espécies foram localizados em uma palmeira não identificada, que produz uma estrutura filiforme resistente no qual o ninho encontrava-se pendurado (Figura 10B). Adicionalmente, três ninhos de *Mischocyttarus adolphi* foram localizados em uma planta mirmecofila (*Cordia* sp.) da família Boraginaceae.

A associação das espécies de *Mischocyttarus* citadas com essas espécies vegetais representa uma estratégia de defesa contra predadores. No caso de *Mischocyttarus* sp.8 gr. *mallaris*, *M. punctatus* e *M. vaqueroi* tanto os espinhos como a estrutura filiforme desempenham o papel de pedúnculo do ninho. Estas estruturas são bem mais longas do que o pedúnculo normalmente construído por estas espécies,

permitindo um maior isolamento do mesmo em relação ao caule e às folhas da planta e, conseqüentemente, diminuindo a chance de detecção da colônia por formigas predadoras. Além disso, em espécies de Polistinae cujos ninhos apresentam pedúnculo (gêneros *Mischocyttarus* e *Polistes*) as operárias da colônia possuem o comportamento de friccionar o abdome sobre a superfície do envelope e, principalmente, do pedúnculo do ninho adicionando substâncias repelentes de formigas (JEANNE, 1975). Dessa forma, um pedúnculo mais longo proporciona uma maior superfície ao longo da qual substâncias repelentes podem ser adicionadas aumentando a proteção do ninho. A utilização de espinhos e estruturas similares em substituição ao pedúnculo pode representar ainda uma economia de material e tempo na fase inicial de construção do ninho. DEJEAN ET AL., (1998) observou, em áreas de floresta na Guiana Francesa, várias espécies de Polistinae que constroem ninhos em espinhos de *Astrocaryum sciophilum*. Também observou indivíduos de *Polistes* spp. friccionando o abdome tanto no pedúnculo quanto no espinho ao qual o ninho estava fixado.

No caso de *Mischocyttarus adolphi*, a nidificação em plantas que se associam com formigas (mirmecófilas) representa um outro tipo de estratégia defensiva, em que as vespas possivelmente se beneficiam da proteção conferida por essas formigas ao ataque de outras espécies de formigas predadoras. A associação entre vespas e formigas como forma de proteção tem sido registrada em outras espécies como: *Polybia quadricincta* (DEJEAN ET AL., 1998) e *Polybia rejecta* (RICHARDS, 1971, 1978; SILVA, 2004). Entretanto, RICHARDS, (1971, 1978) considera que o equilíbrio existente nesse tipo de associação é bastante instável, pois em casos onde o ninho sofra algum dano, o mesmo pode ser prontamente invadido e destruído pelas formigas com as quais normalmente coexistem.

Tabela I. Lista das espécies registradas em uma grade quadrada de 25 km² do PPBio, Caxiuanã, Pará. Informa-se o método de registro. Busca ativa corresponde à coleta com rede entomológica ou localização da colônia nos percursos de 1000 m da grade; Malaise representa o método de captura por armadilha de interceptação dos indivíduos em voo.

Espécies	Busca Ativa (n=60)	Malaise (n=26)	Nº de colônias (n=60)	Altura mín-máx (m)
1 <i>Agelaia angulata</i> (F.)	+	+	1	Solo
2 <i>Agelaia angulicollis</i> (Spinola)	+	+	-	-
3 <i>Agelaia fulvofasciata</i> (Deeger)	+	+	1	Solo
4 <i>Agelaia myrmecophila</i> (Ducke)	+	+	-	-
5 <i>Agelaia pallipes</i> (Deeger)	+	+	1	2.8
6 <i>Agelaia testacea</i> (F.)	+	+	-	-
7 <i>Agelaia cajennensis</i> (F.)	+	+	-	-
8 <i>Agelaia centralis</i> (Cameron)	+	+	-	-
9 <i>Angiopolybia pallens</i> (Lepeletier)	+	+	9	0.6 - 2.5
10 <i>Angiopolybia paraensis</i> (Spinola)	+	+	-	-
11 <i>Apoica (Apoica) pallens</i> (F.)	+	-	3	0.7 - 1
12 <i>Apoica (Apoica) strigata</i> Richards	+	-	-	-
13 <i>Chartergellus communis</i> Richards	+	-	2	0.8 - 4
14 <i>Leipomeles dorsata</i> (F.)	+	+	5	0.7 - 1.80
15 <i>Mischocyttarus (Artifex) sylvestris</i> Richards	+	+	-	-
16 <i>M. (Clypeopolybia) carbonarius</i> (de Saussure)	+	-	-	-
17 <i>M. (Clypeopolybia) duckei</i> (du Buysson)	+	+	-	-
18 <i>M. (Clypeopolybia) flavicans</i> (F.)	+	-	-	-
19 <i>M. (Haplometrobis) oecothrix</i> Richards	+	-	1	0.8
20 <i>M. (Haplometrobis) synoecus</i> Richards	+	-	1	2.8
21 <i>M. (Kappa) adolphi</i> Zikán	+	-	3	1.6 - 1.65
22 <i>M. (Kappa) metathoracicus</i> (de Saussure)	+	-	2	0.5 - 1.1
23 <i>M. (Megacanthopus) collarellus</i> Richards	+	-	2	0.7 - 1.6
24 <i>M. (Monoginoecus) lecointei</i> Ducke	+	-	3	0.2 - 0.3
25 <i>M. (Monachantocnemis) vaqueroi</i> Zikán	+	-	2	1.2 - 1.75
26 <i>M. (Monachantocnemis) punctatus</i> (Ducke)	+	-	1	1.52
27 <i>Mischocyttarus</i> sp.1 gr. <i>artifex</i>	+	-	-	-
28 <i>Mischocyttarus</i> sp.2 gr. <i>artifex</i>	+	-	1	1.5
29 <i>Mischocyttarus</i> sp.3 gr. <i>artifex</i>	+	-	1	1.67
30 <i>Mischocyttarus</i> sp.4 gr. <i>synoecus</i>	+	-	1	0.1
31 <i>Mischocyttarus</i> sp.5 gr. <i>synoecus</i>	+	-	1	3
32 <i>Mischocyttarus (Megacanthopus)</i> sp.6	+	-	1	2
33 <i>Mischocyttarus (Megacanthopus)</i> sp.7	+	-	2	1.2 - 2
34 <i>Mischocyttarus</i> sp.8 gr. <i>mallaris</i>	+	-	4	0.6 - 2

Continuação da Tabela I

	Espécies	Busca Ativa (n=60)	Malaise (n=26)	Nº de colônias (n=60)	Altura mín-máx. (m)
35	<i>Mischocyttarus</i> sp.9 gr. <i>heliconius</i>	+	-	-	-
36	<i>Parachartergus fulgidipennis</i> (de Saussure)	+	-	1	0.6
37	<i>Parachartergus fraternus</i> (Gribodo)	+	-	-	-
38	<i>Polybia</i> (Alpha) sp.	+	+	3	0.4 – 5
39	<i>P. (Alpha) quadricincta</i> de Saussure	-	+	-	-
40	<i>P. (Apopolybia) jurinei</i> de Saussure	+	-	1	-
41	<i>P. (Cylindroeca) dimidiata</i> (Oliver)	+	-	4	0.5 – 20
42	<i>P. (Formiciola) rejecta</i> (F.)	+	+	-	-
43	<i>P. (Myrapetra) belemensis</i> Richards	+	-	2	0.5 - 1.8
44	<i>P. (Myrapetra) bistrata</i> (F.)	+	-	1	3.5
45	<i>P. (Myrapetra) catillifex</i> Moebius	+	-	-	-
46	<i>P. (Myrapetra) dimorpha</i> Richards	+	-	-	-
47	<i>P. (Myrapetra) parvulina</i> Richards	+	-	1	2.5
48	<i>P. (Myrapetra) platycephala</i> Richards	+	+	3	2.5 - 5.5
49	<i>P. (Myrapetra) scrobalis</i> Richards	+	+	1	1.9
50	<i>P. (Pedothoea) brunnea</i> (Curtis)	+	-	2	2 - 2.8
51	<i>P. (Pedothoea) emaciata</i> Lucas	-	+	-	-
52	<i>P. (Polybia) liliacea</i> (F.)	+	+	-	-
53	<i>P. (Polybia) striata</i> (F.)	+	+	-	-
54	<i>P. (Trichothorax) affinis</i> du Buysson	+	+	1	0.4
55	<i>P. (Trichothorax) gorytoides</i> Fox	+	+	1	1.4
56	<i>P. (Trichothorax) micans</i> Ducke	+	+	-	-
57	<i>P. (Trichothorax) rufitarsis</i> Ducke	+	+	1	2
58	<i>P. (Pedothoea) singularis</i> Ducke	+	+	-	-
59	<i>Polistes (Epicnemius) pacificus</i> F.	+	-	1	0.5
60	<i>P. (Epicnemius) rufiventris</i> Ducke	+	-	1	1.4
61	<i>Protopolybia exigua</i> (de Saussure)	+	-	-	-
62	<i>Pseudopolybia difficilis</i> (Ducke)	+	-	-	-
63	<i>Pseudopolybia vespiceps</i> (de Saussure)	+	-	1	2
64	<i>Synoea virginea</i> (F.)	+	-	-	-
65	<i>Synoea surinama</i> (L.)	+	-	1	3.5
	Total	63	26	74	

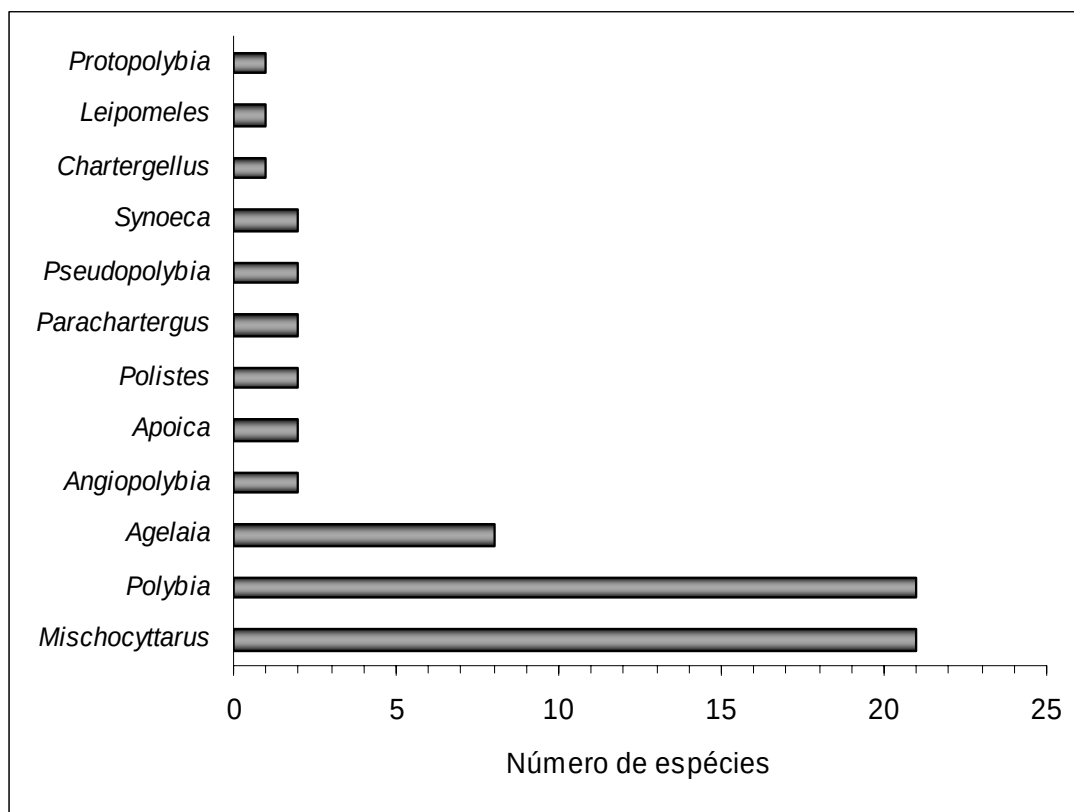


Figura 7. Número de espécies de vespas sociais por gênero registradas através dos métodos busca ativa e armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.

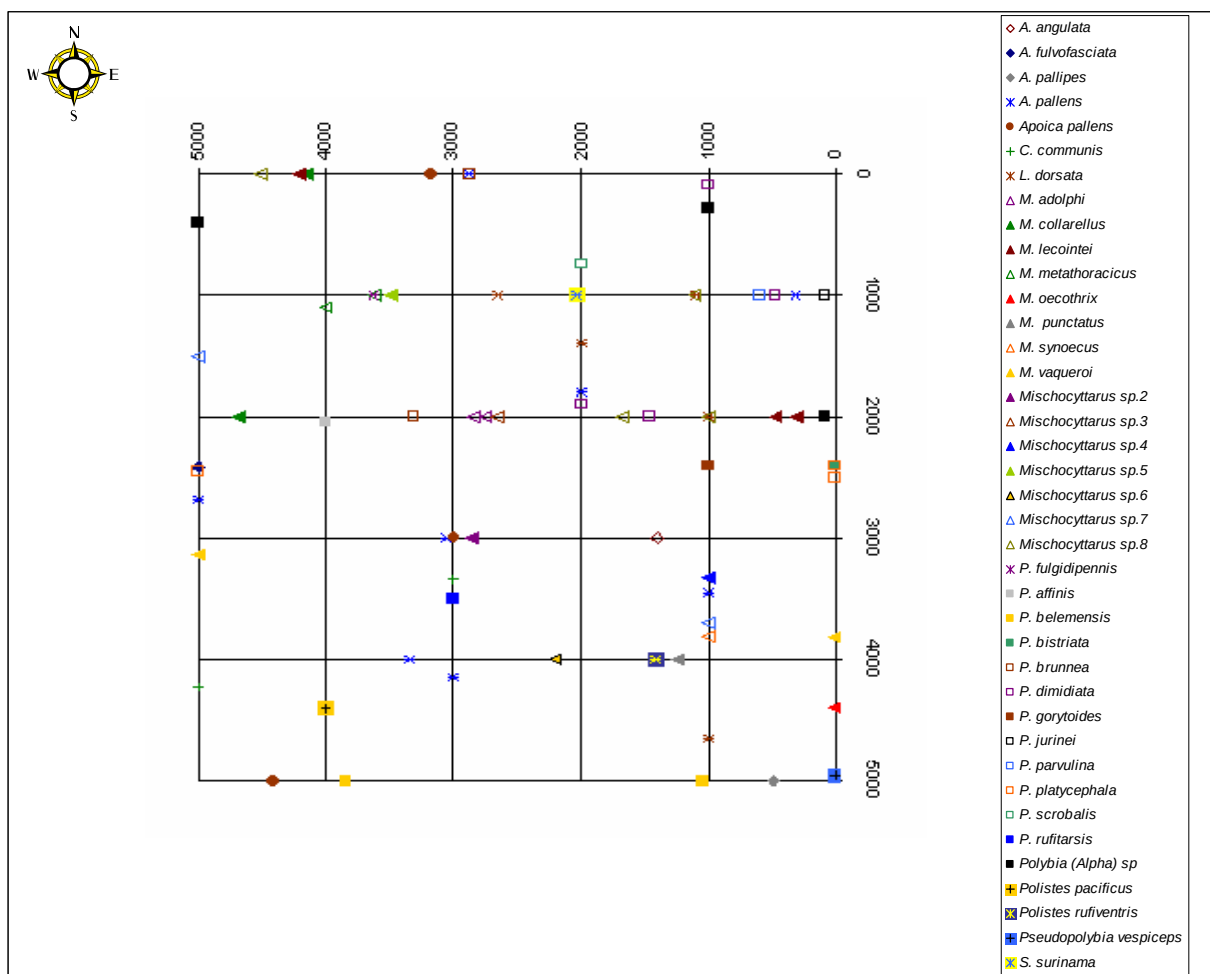


Figura 8. Distribuição das colônias de vespas sociais ao longo das trilhas de 1000 m da grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.

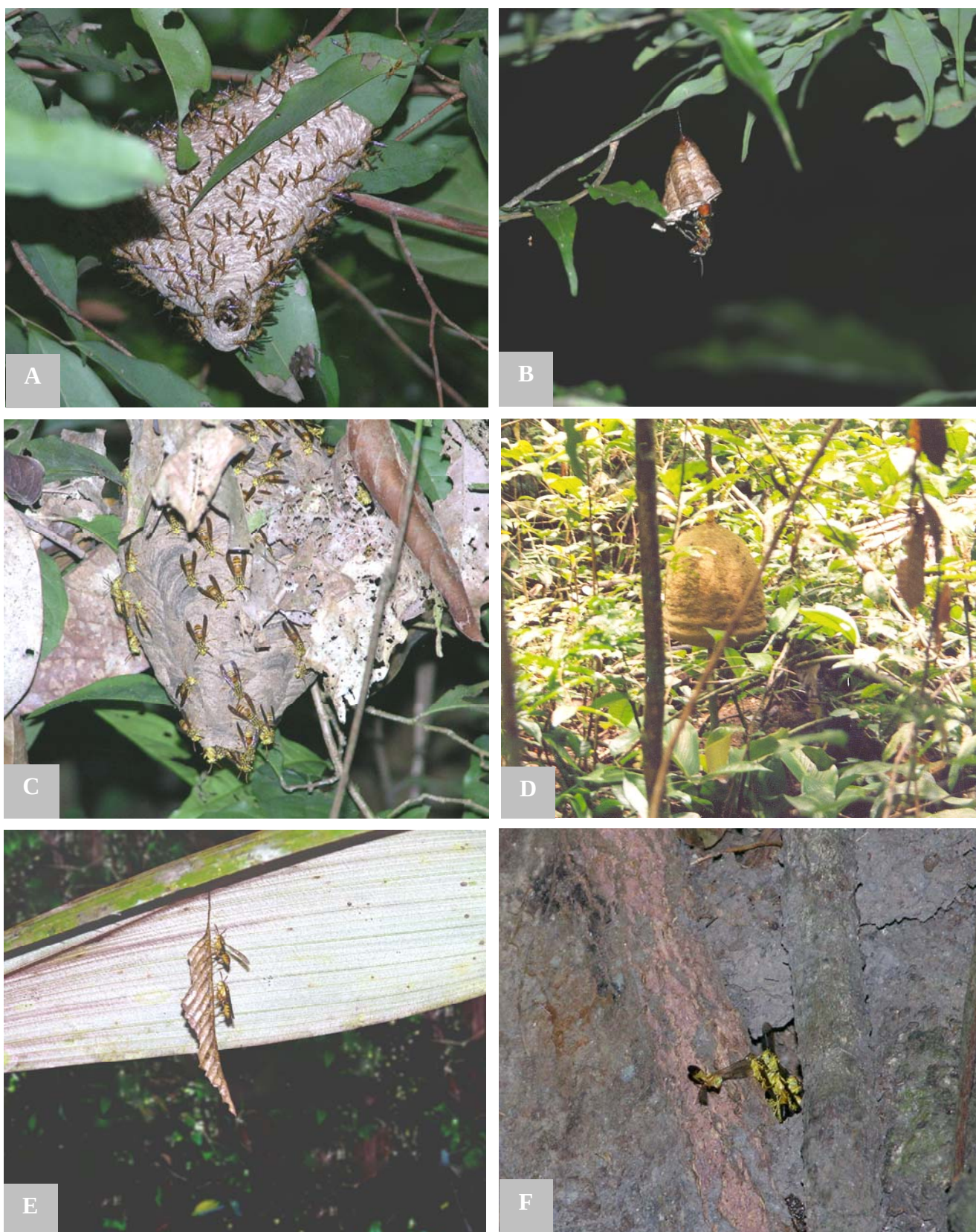


Figura 9. Ninhos de vespas sociais da grade do PPBio, Caxiuanã, PA, em diferentes substratos: suspensos em galhos (**A**-*Angiopolybia pallens*; **B**- *Polistes rufiventris*), envoltos por folhas secas (**C**- *Pseudopolybia vespiceps*), fixo em caule de arbusto (**D**- *Polybia dimidiata*), embaixo de folha de palmeira acaule (**E**- *Mischocyttarus oecothrix*) e em cavidade no tronco de árvore (**F**- *Agelaia pallipes*).



Figura 10. Ninhos de vespas sociais em associação com diferentes espécies vegetais. **10A:** ninho de *Mischocyttarus* sp. 8 gr. *mallaris* na extremidade de um espinho de “mumbaca” (*Astrocaryum gynacanthum* Mart.) **10B:** ninho de *Mischocyttarus punctatus* suspenso por uma estrutura filiforme de uma espécie vegetal não identificada. Apresenta-se uma vista mais detalhada dos ninhos em laboratório.

Até a realização do presente trabalho, a Floresta Nacional de Caxiuanã contava apenas com um levantamento faunístico de vespas sociais, conduzido por SILVEIRA (2002). Este autor percorreu diversos tipos de ambientes dentro da Flona, desde áreas de floresta de vegetação primária e secundária até a vegetação da margem de pequenos cursos de água e registrou para a mesma 79 espécies de vespas sociais. A lista de espécies obtida através do levantamento na grade do PPBio contribuiu para o incremento de 21 espécies de vespas sociais à lista anteriormente conhecida. Dentre as espécies desta lista, duas constituem novos registros para o estado do Pará, a saber, *Polybia brunnea* e *Myschocyttarus vaqueroi*. Apesar disso, 10 espécies, após serem examinadas por um especialista no grupo (O.T.Silveira), não puderam ser determinadas com certeza, provavelmente constituindo novas espécies. Tais espécies pertencem aos gêneros *Mischocyttarus* e *Polybia* (Tabela 1).

Somando-se as novas ocorrências reveladas através deste trabalho à lista anteriormente obtida por SILVEIRA (2002), chega-se a um total de 100 espécies de vespas sociais para a Floresta Nacional de Caxiuanã. Este total supera o número de espécies registradas para a região de Belém, que é de 79, e corresponde a 86% do número de espécies registradas na Serra dos Carajás (116), cuja fauna de vespas sociais supera qualquer outra área amostrada dentro da região Neotropical.

4.1.2 Comparação com o inventário realizado na Estação Científica Ferreira Pena

O número de espécies obtido no presente trabalho corresponde a 82% do total obtido na área da Estação Científica Ferreira Pena por SILVEIRA (2002). Entretanto, a similaridade entre a fauna das duas áreas foi de apenas 43%. Este valor pode ser considerado baixo visto que se trata de áreas próximas. Apesar da baixa similaridade, é

necessário considerar alguns aspectos diferenciais em relação aos tipos de ambientes que foram explorados em cada um dos inventários. Enquanto que, no presente trabalho, as coletas se restringiram somente ao interior de mata primária, no inventário desenvolvido por SILVEIRA (2002) foram realizadas coletas adicionais ao longo da vegetação à margem de rios (n=23) e também em áreas de vegetação secundária (n=3). Coletar nesses ambientes pode representar um diferencial no número de espécies de vespas sociais registradas em determinado local, já que, algumas espécies nidificam preferencialmente nessas áreas. Além disso, por se tratarem de ambientes abertos e mais iluminados que o interior da mata, a visualização dos ninhos se torna mais fácil. Entretanto, se considerarmos apenas as espécies coletadas em vegetação no interior da mata, as duas áreas, embora apresentem o mesmo número de espécies (65), permanecem com um valor de similaridade baixo (0,47). Grande parte das espécies não compartilhadas entre as duas áreas são aquelas de frequência reduzida, a maioria tendo sido registrada apenas uma única vez nas amostras.

Outros aspectos metodológicos diferenciais entre os inventários realizados na ECFPn e na grade do PPBio que também podem ser mencionados são: o número de coletores que participaram da busca ativa e a experiência dos mesmos na localização de ninhos de vespas sociais. Entretanto, acredita-se que estes aspectos pouco explicam as diferenças na composição entre as duas listas obtidas, já que as equipes de campo do presente trabalho e do inventário realizado por SILVEIRA (2002) possuem alguns componentes em comum, sendo um deles, nativo da região e responsável pelo encontro da maioria dos ninhos de vespas sociais. Embora no inventário realizado por SILVEIRA (2002) na ECFPn o número de componentes da equipe de campo tenha sido maior (4 pessoas), este autor afirma que este quarto componente tratava-se de um funcionário da

estação, nem sempre engajado nas buscas por ninhos de vespas sociais durante as coletas de campo.

O número de gêneros registrados pelo autor anteriormente citado foi de 18, dos quais seis não foram encontrados na grade do PPBio, a saber, *Charterginus*, *Bachygastra*, *Epipona*, *Asteloeca*, *Metapolybia*, *Clypearia* (Figura 11). Destes, apenas *Metapolybia* e *Clypearia* foram coletados em vegetação no interior da floresta. Os demais foram registrados em áreas de vegetação ao longo das margens de cursos de água e em áreas de vegetação secundária. Em contrapartida, *Chartergellus* foi registrado na vegetação do interior de floresta na grade do PPBio, mas não foi registrado na área da ECFPn e, portanto, é mais uma ocorrência de um gênero de Polistinae adicionada à região de Caxiuanã (Figura 11). O gênero *Chartergus* foi registrado na grade apenas através do encontro de um ninho abandonado, parcialmente destruído. Tanto na grade do PPBio como na ECFPn os gêneros *Polybia* e *Mischocyttarus* são os mais importantes em termos de número de espécies.

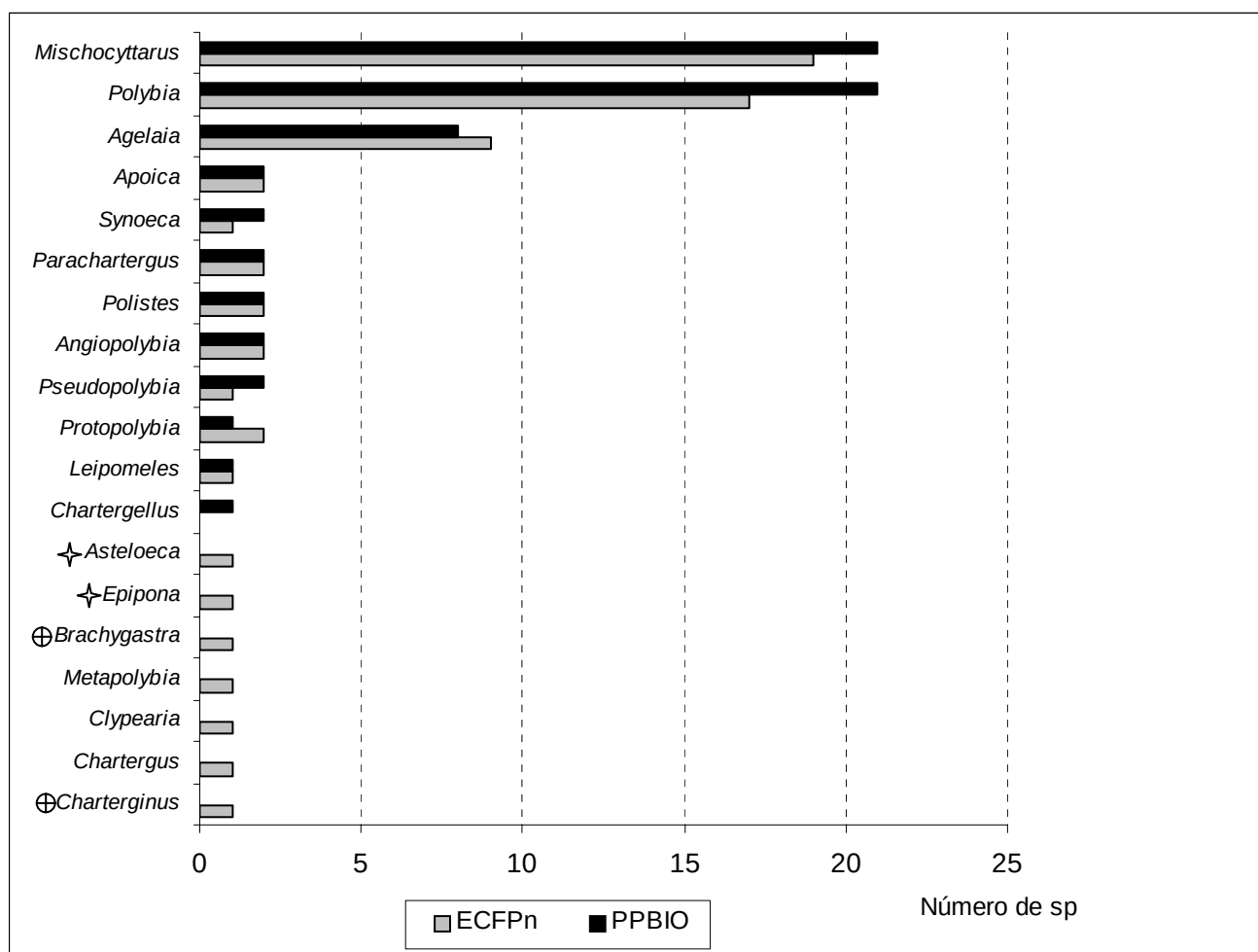


Figura 11. Comparação entre números de espécies por gênero entre a grade do PPBio (trilhas no interior de floresta) e a área da ECFPn, Caxiuanã, Pará. Os gêneros marcados com o símbolo ✦ foram registrados exclusivamente em vegetação na margem de rio e aqueles marcados com o símbolo ⊕ foram registrados simultaneamente em vegetação secundária, margem de rio ou pequenos cursos de água.

4.1.3 Comparação geral com outros trabalhos de levantamento realizados no Brasil

A Tabela II apresenta a comparação dos dados obtidos no presente trabalho com dados de levantamentos realizados em outras regiões do Brasil. Comparações dessa natureza devem ser feitas com certa cautela, considerando fatores como: 1- variação no esforço de coleta; 2- extensão da área amostrada e 3- tipo de vegetação em que foi conduzido o levantamento. Além da falta de padronização desses fatores entre os inventários, ainda existem trabalhos que carecem desse tipo de informação. Na Tabela 2 observa-se que em cinco levantamentos não há qualquer informação sobre o tamanho da área explorada e em um deles não consta o tempo de duração das coletas. A carência de informações dessa natureza dificulta mais ainda uma comparação coerente entre as listas obtidas em tais trabalhos, já que o número de espécies coletadas é função, dentre outras coisas, da área percorrida e do tempo empregado nas coletas.

Apesar de todas as dificuldades apontadas, algumas considerações gerais podem ser feitas. A fauna de vespas sociais registrada na grade do PPBio destaca-se como um dos maiores conjuntos de espécies obtido em áreas de Floresta Amazônica (Tabela II). Dentre estas áreas, podem ser citadas as localidades situadas ao norte e a oeste da Bacia Amazônica (Ilha de Maracá em Roraima e Rondônia) onde RAW (1992) realizou algumas visitas de curta duração, tendo registrado 46 espécies. Deste total, apenas 14 espécies foram registradas na grade do PPBio. Cerca de 50% das espécies registradas por este autor em Roraima e Rondônia, e que não foram registradas na grade do PPBio, foram coletadas exclusivamente em áreas de borda de floresta e em vegetação aberta. Isto pode ser um dos fatores responsáveis pela baixa semelhança na composição de espécies em relação à grade do PPBio uma vez que, na grade, tais ambientes não foram explorados. Em relação ao baixo número de espécies registradas por este autor,

especialmente em Rondônia (39 espécies), o mesmo argumenta que seria decorrente do tempo reduzido de coleta realizado nesta área.

RAW (1998), em outro levantamento conduzido apenas na Ilha de Maracá, coletou 36 espécies, das quais, apenas 13 foram registradas na grade do PPBio. Exclusivamente em áreas de vegetação aberta e borda de floresta, este autor registrou 15 espécies, das quais, 11 não foram encontradas na grade do PPBio. O autor afirma que a diversidade de espécies em Maracá não é considerada alta quando comparada a outras áreas de Floresta Amazônica. Segundo ele, a baixa diversidade de vespas sociais nesta região pode estar relacionada com a grande quantidade de ninhos de formigas predadoras (*Eciton burchelli*) cuja atividade limitaria o número de vespas na ilha.

Um outro dado que pode ser acrescentado a essa comparação diz respeito ao diagnóstico sobre o estado de conhecimento da fauna de himenópteros na região de Carajás realizado, realizado por pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi através do estudo de material depositado em coleções biológicas (MPEG 2005). As coletas de Hymenoptera nesta região não seguiram um sistema de amostragem bem definido, dificultando uma comparação mais precisa do esforço de coleta em termos de área amostrada. Os resultados obtidos revelaram uma rica fauna de vespas sociais para a região, composta por 116 espécies e subespécies. O número de espécies registradas em Carajás supera o que foi encontrado nas demais localidades do Neotrópico em que fauna de vespas sociais tem sido estudada. Além disso, dezessete gêneros foram registrados em Carajás, o que corresponde a 85% dos gêneros possíveis de serem encontrados na Amazônia. A comparação entre os resultados obtidos em Carajás com a grade do PPBio revela uma semelhança de apenas 32 espécies (27%) entre as duas listas. Adicionalmente, cinco gêneros registrados em Carajás não foram registrados na grade

do PPBio, a saber, *Brachygastra*, *Charterginus*, *Epipona*, *Metapolybia* e *Chartergus*. Segundo o diagnóstico, um dos motivos que justificam a riqueza diferenciada de vespas sociais encontrada em Carajás é a ocorrência de áreas significativas de habitats de vegetação aberta como os vários tipos de vegetação de canga (área onde a vegetação é escassa, assemelhando-se a campos rupestres e caatinga) ou savana metalófito.

A fauna de vespas sociais na grade do PPBio também supera o número de espécies registradas no Cerrado e Mata Atlântica (RAW, 1992; MECI & MORAIS, 2000; SILVA, 2004; SOUZA & PREZOTO, 2006; MARQUES ET AL., 1993). Em áreas de Cerrado tem sido registrados entre 10 e 14 gêneros, com destaque para *Polybia*, *Mischocyttarus* e *Polistes*. Em área de Mata Atlântica MARQUES ET AL.(1993) registrou 10 gêneros onde, *Polybia*, *Mischocyttarus* e *Polistes* também se destacaram em número de espécies. RODRIGUES & MACHADO (1982) compilaram os registros efetuados ao longo de 12 anos em uma área de plantação de eucaliptos e coníferas entremeadas por mata secundária e levantaram um total de 33 espécies pertencentes a 10 gêneros. Também neste trabalho destacaram-se os gêneros *Polybia*, *Mischocyttarus* e *Polistes* como os mais representativos em número de espécies.

O número de espécies compartilhadas entre a lista obtida no presente trabalho e os inventários realizados em vegetação de Cerrado, Mata Atlântica ou em áreas cultivadas é reduzido. Essas diferenças podem ser atribuídas ao fato de se tratarem de biomas diferentes com características particulares de vegetação, solo e clima, que são fatores importantes na determinação da composição das espécies de vespas que ocorrem em uma determinada área.

Tabela II. Comparação entre os dados obtidos na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará e os dados de alguns trabalhos de levantamento conduzidos em outras regiões do Brasil.

FONTE	ECOSSISTEMA	AMBIENTE	Nº DE ESPÉCIES	DURAÇÃO	EXTENSÃO
Este Trabalho	Floresta Amazônica	interior de floresta	65	44 dias	7 km
SILVEIRA, 2002	Floresta Amazônica	áreas de vegetação primária, secundária e à margem de rios	79	60 dias	25 km
RAW, 1998	Floresta Amazônica	interior e borda de floresta, clareiras, áreas de vegetação aberta (savana)	36	não informado	3 km
RAW, 1992	Floresta Amazônica	borda de floresta (natural e artificial), clareiras	46	1 mês	não informado
RAW, 1992	Cerrado	borda de floresta (natural e artificial), clareiras	59	9 anos	15 km de raio
RODRIGUES & MACHADO, 1982	Área de reflorestamento	vegetação secundária e com plantação de eucalipto	33	12 anos	não informado
DINIZ & KITAYAMA, 1994	Cerrado	Campo úmido, vereda, campo sujo, cerrado <i>sensu stricto</i> , floresta de galeria e arredores de rodovia	30	35 dias	não informado
MECHI & MORAES, 2000	Cerrado	áreas no interior e na borda da vegetação	26	2 anos	3 transectos de 1ha cada
SOUZA & PREZOTO, 2006	Cerrado	áreas de vegetação aberta, floresta e áreas antropomórficas	38	26 dias	não informado
SILVA, 2004	Cerrado	áreas de vegetação primária e de influência do fogo	27	1 ano	54 há
MARQUES ET AL., 1993	Mata Atlântica	-----	20	6 anos	não informado

4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS REFERENTES AOS MÉTODOS DE COLETA

4.2.1 Busca Ativa

Através de 60 percursos de 1000 m de extensão em área de floresta foram registradas 63 espécies de vespas sociais pertencentes a 12 gêneros (Tabela III). Do total de 590 registros efetuados através deste método, 516 (87%) foram feitos exclusivamente através da captura de indivíduos com puçá e 74 (12%) exclusivamente através do encontro da colônia. Vinte e quatro espécies foram registradas exclusivamente pela captura do indivíduo, não tendo suas colônias localizadas; 23 espécies foram registradas exclusivamente através do encontro da colônia e 16 espécies tanto através do encontro da colônia como da captura do indivíduo em voo.

Parte dos trabalhos de levantamento de vespas sociais realizados até o momento utiliza como método de coleta apenas a captura de indivíduos em voo (DINIZ & KITAYAMA, 1994; MECI & MORAES, 2000); outros associam esse método ao registro das colônias (RAW, 1992; MARQUES *ET AL.* 1993; SILVEIRA, 2002; SOUZA & PREZOTO, 2006). Alguns levantamentos, entretanto se restringiram somente ao encontro das colônias como forma de registro das espécies (DINIZ & KITAYAMA, 1994; SILVA, 2004; AMORIM, 2004). Inventários de vespas sociais restritos apenas ao registro da colônia parecem inviáveis em áreas de interior de floresta, como em Caxiuanã, devido à dificuldade de visualização dos mesmos. Caso o presente trabalho tivesse sido restrito apenas ao registro das colônias, apenas 39 espécies teriam sido registradas. Um dos fatores que contribui para esta dificuldade está relacionado com a arquitetura do ninho dessas espécies. No curso da evolução, a forma do ninho tem sido influenciada por uma variedade de “forças”, incluindo fatores ambientais, gasto de energia envolvido na

construção e manutenção do ninho, predação por vertebrados e artrópodes, parasitismo, e outros. Ninhos visualmente camuflados, por exemplo, parecem representar uma estratégia de defesa contra vertebrados. A escolha de locais de nidificação menos susceptíveis ao ataque por formigas demonstra ser um outro tipo de adaptação dessas espécies (JEANNE, 1975). Em áreas de vegetação aberta, tais dificuldades podem ser mais facilmente superadas, entretanto, em áreas onde a vegetação é mais densa e alta esta tarefa é extremamente difícil. Dessa forma, no processo de busca ativa em áreas no interior da floresta, tanto o registro das colônias como a coleta dos indivíduos em vôo são importantes para a obtenção de uma lista de espécies mais completa.

A Tabela IV mostra o número médio de colônias e espécies de vespas sociais por amostra juntamente com seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação. O número médio de colônias por amostra é semelhante ao valor encontrado por SILVEIRA (2002) na área da ECFPn (1.3). Tal valor pode ser considerado baixo para a extensão das trilhas percorridas. SILVEIRA (2002) quando compara a média de colônias encontradas em trilhas no interior da mata com trilhas de mata que apresentaram trechos de vegetação secundária observou que, as primeiras foram menos produtivas em termos de descoberta de colônias de vespas sociais. O número médio de colônias por 100m também foi semelhante ao obtido pelo autor anteriormente citado (0.14) e ambos são inferiores ao valor obtido por OHGUSHI *ET AL.* (1988) ao longo de uma estrada atravessando uma área de floresta submontana no Sudoeste da Ásia (0.3). Apesar disso, a variância ao redor da média foi alta, indicando que colônias de vespas podem ser razoavelmente comuns em alguns trechos de floresta em Caxiuanã. O número médio total de espécies (riqueza) por amostra na grade do PPBio foi de 5,38. Este valor também é semelhante ao que foi encontrado anteriormente em Caxiuanã por SILVEIRA

(2002) em trilhas no interior da floresta (4). Os valores elevados do desvio padrão (2.31) e do coeficiente de variação (42%) encontrados para a riqueza média de espécies por amostra sugerem que essa medida não representa de forma adequada a riqueza encontrada em todas as trilhas na grade do PPBio.

Tabela III. Frequência relativa e número de registros das espécies capturadas através do método Busca Ativa na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. Apresenta-se o tipo de encontro onde: I=indivíduo e C=colônia).

	Espécie	Frequência (%)	Nº de Registros	Tipo de Registro
1	<i>Agelaia fulvofasciata</i>	85.00	170	I/C
2	<i>Angiopolybia pallens</i>	66.67	81	I/C
3	<i>Agelaia pallipes</i>	40.00	34	I/C
4	<i>Agelaia angulata</i>	36.67	66	I/C
5	<i>Angiopolybia paraensis</i>	33.33	42	I
6	<i>Agelaia centralis</i>	30.00	27	I
7	<i>Agelaia testacea</i>	16.67	17	I
8	<i>Agelaia myrmecophila</i>	13.33	9	I
9	<i>Leipomeles dorsata</i>	11.67	7	I/C
10	<i>Mischocyttarus lecointei</i>	11.67	9	I/C
11	<i>Agelaia angulicollis</i>	10.00	10	I
12	<i>Mischocyttarus carbonarius</i>	10.00	8	I
13	<i>Polybia dimidiata</i>	10.00	6	I/C
14	<i>Polybia catillifex</i>	10.00	6	I
15	<i>Mischocyttarus silvestris</i>	8.33	5	I
16	<i>Mischocyttarus oecothrix</i>	8.33	5	I/C
17	<i>Agelaia cajennensis</i>	6.67	5	I
18	<i>Mischocyttarus</i> sp.4 gr. <i>synoecus</i>	6.67	4	I/C
19	<i>Mischocyttarus</i> sp.8 gr. <i>mallaris</i>	6.67	5	I/C
20	<i>Polybia gorytoides</i>	6.67	4	I/C
21	<i>Apoica pallens</i>	5.00	3	C
22	<i>Mischocyttarus duckei</i>	5.00	3	I
23	<i>Mischocyttarus collarellus</i>	5.00	3	I/C
24	<i>Polybia (Alpha)</i> sp.	5.00	3	C
25	<i>Chartergellus communis</i>	3.33	2	C
26	<i>Mischocyttarus</i> sp.1 gr. <i>artifex</i>	3.33	2	I
27	<i>Mischocyttarus flavicans</i>	3.33	3	I
28	<i>Mischocyttarus synoecus</i>	3.33	2	I/C
29	<i>Mischocyttarus metathoracicus</i>	3.33	2	C

Continuação da Tabela III

	Espécie	Frequência (%)	Nº de Registros	Tipo de Registro
30	<i>Mischocyttarus</i> gr. (<i>Megacanthopus</i>) sp.7	3.33	2	C
31	<i>Mischocyttarus vaqueroi</i>	3.33	2	C
32	<i>Parachartergus fulgidipennis</i>	3.33	2	I/C
33	<i>Polybia belemensis</i>	3.33	2	C
34	<i>Polybia platycephala</i>	3.33	3	C
35	<i>Polybia brunnea</i>	3.33	2	C
36	<i>Polybia affinis</i>	3.33	2	I/C
37	<i>Polybia micans</i>	3.33	2	I
38	<i>Synoeca surinama</i>	3.33	2	I/C
39	<i>Apoica strigata</i>	1.67	1	I
40	<i>Mischocyttarus</i> sp.2 gr. <i>artifex</i>	1.67	1	C
41	<i>Mischocyttarus</i> sp.3 gr. <i>artifex</i>	1.67	1	C
42	<i>Mischocyttarus</i> sp.5 gr. <i>synoecus</i>	1.67	1	C
43	<i>Mischocyttarus adolphi</i>	1.67	3	C
44	<i>Mischocyttarus</i> gr. (<i>Megacanthopus</i>) sp.6	1.67	1	C
45	<i>Mischocyttarus punctatus</i>	1.67	1	C
46	<i>Mischocyttarus</i> sp.9 gr. <i>heliconius</i>	1.67	1	I
47	<i>Parachartergus fraternus</i>	1.67	1	I
48	<i>Polybia jurinei</i>	1.67	1	C
49	<i>Polybia rejecta</i>	1.67	1	I
50	<i>Polybia bistriata</i>	1.67	1	C
51	<i>Polybia dimorpha</i>	1.67	1	I
52	<i>Polybia parvulina</i>	1.67	1	C
53	<i>Polybia scrobalis</i>	1.67	1	C
54	<i>Polybia liliacea</i>	1.67	1	I
55	<i>Polybia striata</i>	1.67	1	I
56	<i>Polybia rufitarsis</i>	1.67	1	C
57	<i>Polybia singularis</i>	1.67	2	I
58	<i>Polistes pacificus</i>	1.67	1	C
59	<i>Polistes rufiventris</i>	1.67	1	C
60	<i>Protopolybia exigua</i>	1.67	1	I
61	<i>Pseudopolybia difficilis</i>	1.67	1	I
62	<i>Pseudopolybia vespiceps</i>	1.67	1	C
63	<i>Synoeca virginea</i>	1.67	1	I
TOTAL			592	

Tabela IV. Número médio, desvio padrão e coeficiente de variação de colônias e espécies por amostra e de colônias a cada 100 m registrados em 60 trilhas de 1000m no interior de floresta na grade de 25 km², PPBio, Caxiuanã, Pará.

	Nº de colônias (n=60)	Nº de colônias/100m	Riqueza
Média	1,23	0,12	5,38
DP	1,20	0,12	2,31
CV (%)	97	100	42

4.2.1.1 Frequência relativa das espécies nas amostras

A Tabela 3 mostra a frequência das espécies nas amostras (trilhas de 1000 m). As duas espécies mais frequentes foram *Agelaia fulvofasciata* (85% das amostras) e *Angiopolybia pallens* (66%). Juntas, as mesmas são responsáveis por quase 50% dos registros efetuados através deste método. Neste trabalho, as espécies foram divididas em três grupos de acordo com a frequência de cada uma nas amostras. O primeiro grupo estabelecido é constituído pelas espécies com frequência alta nas amostras (>20%) e é formado por 6 espécies. Oito espécies compõem o segundo grupo com frequência intermediária (entre 10 e 20%). O terceiro, e maior grupo, é formado por 49 espécies, que apresentam uma frequência reduzida nas amostras (abaixo de 10%).

A frequência das espécies nas amostras está em concordância com o número de vezes em que cada uma foi registrada dentro da área (Tabela 3), sendo que, 18 espécies (28% do total) foram representadas por apenas 1 ou 2 indivíduos. Tais espécies pertencem principalmente aos gêneros *Polybia* e *Mischocyttarus*. MECHI (1996), em um levantamento de vespas Aculeata em área de cerrado, observou que a maioria das

espécies, representadas por 1 e 2 indivíduos, foram vespas não sociais ou vespas sociais que, normalmente, apresentam colônias com populações pequenas como *Mischocyttarus* e *Polistes*. Observou ainda espécies de vespas sociais cujas colônias possuem uma população grande, mas que também apresentaram poucos indivíduos registrados. Entretanto, neste último caso a autora verificou que as colônias se encontravam distantes da área de coleta. No presente trabalho, algumas espécies pertencentes ao gênero *Mischocyttarus*, mesmo possuindo colônias com populações pequenas, apresentaram maior número de indivíduos coletados do que espécies com ninhos mais populosos, como àqueles pertencentes aos gêneros *Polybia*, *Parachartergus* e *Synoeca*. Apesar disso, as espécies que dominam o topo da lista, sendo as responsáveis pela maior parte dos registros efetuados dentro da grade, são as que apresentam ninhos com um grande número de indivíduos.

Dentre as espécies do grupo de ocorrência reduzida nas amostras, destaca-se *Polybia liliacea* que, apesar de ter sido a terceira espécie mais freqüente em armadilha de Malaise, foi registrada apenas uma única vez nos percursos de busca. SILVEIRA (2002) constatou algo semelhante para esta espécie em Caxiuanã e aponta algumas questões que se aplicam aos dados obtidos no presente trabalho. Tais questões dizem respeito à altura em relação ao solo dos ninhos dessa espécie. Embora em Caxiuanã não haja registro do ninho de *P. liliacea*, informações da literatura como, por exemplo, RICHARDS (1978) e RAW (1998a) relatam ninhos dessa espécie em uma altura que varia de 11-20 m, próximo à copa das árvores. Segundo RAW (1998), os indivíduos de *P. liliacea* nunca foram vistos forrageando próximo ao chão no interior da floresta, o que poderia ser explicado pela dificuldade da vespa em retornar ao ninho, voando verticalmente entre as árvores carregando sua presa. Comparando as informações da

literatura com os dados do presente trabalho, observa-se que a altura dos ninhos de *P. liliacea* supera em muito a altura das colônias das demais espécies registradas. SILVEIRA (2002) afirma que se, de fato, esta espécie possui uma preferência por nidificar em lugares mais altos, a chance de encontrar tais ninhos em área de floresta é bastante reduzida, mesmo com o uso de binóculos. Entretanto, o mesmo autor ressalta que, a frequência com que os indivíduos dessa espécie foram capturados em armadilha de Malaise, gera uma expectativa de que os mesmos deveriam ter sido encontrados com uma frequência semelhante ao longo das trilhas.

4.2.1.2 Desempenho do Método Busca Ativa na grade

A Figura 12 apresenta as curvas de acumulação média e observada das espécies de vespas sociais coletadas nas 60 trilhas de 1000m percorridas na grade do PPBio. A curva de acumulação observada representa a ordem original de acréscimo das espécies conforme o aumento do número de amostras. Já a curva média de acumulação é resultado da aleatorização da ordem de entrada das amostras através de 100 randomizações. A curva de acumulação original mostra, inicialmente, um rápido incremento de espécies correspondente à primeira coleta realizada (12 amostras). Este incremento se prolonga até certo ponto da segunda coleta quando, de 30 até 41 amostras, parece não haver um acréscimo significativo de espécies, ou seja, as amostras parecem apresentar “redundância” nas espécies coletadas. Considerando o formato da curva original até a segunda coleta, poderíamos supor que a mesma já apresentava uma tendência em estabilizar e que não haveria acréscimos significativos à lista de espécies da grade. Entretanto, na terceira excursão, quando foram percorridas 19 trilhas no lado

sul da grade, houve um incremento de mais 20 espécies (31% do total), demonstrado pela retomada brusca do crescimento da curva de acumulação.

Como o aumento do número de amostras na curva original de acumulação reflete progressivamente o aumento da área explorada, é possível inferir que percorrer toda a extensão da grade teve um efeito significativo no número de espécies de vespas sociais encontrado. Apesar disso, percorrer todas as 60 trilhas da grade envolve um investimento grande de tempo e recursos que, na maioria dos trabalhos de levantamento, são limitados.

Através da análise da riqueza de espécies das amostras, feitas com o programa DIVA-GIS, foram obtidos dois exemplos de possíveis combinações de apenas 25 amostras que resultam no mesmo total de 63 espécies alcançado com 60 amostras (Figura 13). Os dois exemplos obtidos têm em comum o fato de que as 25 amostras escolhidas pelo programa abrangem uma área ampla dentro da grade. Isso confirma o que havia sido observado através da curva original de acumulação, ou seja, que as 63 espécies registradas são, de fato, resultado da grande extensão percorrida na grade. Indica também que há grande repetição de espécies entre as amostras.

Os exemplos construídos pelo programa DIVA-GIS maximizam o resultado obtido (número de espécies) minimizando o esforço empregado (número de amostras). Apesar disso, este tipo de análise só pode ser feito após todos os dados haverem sido coletados. Adicionalmente, os dois conjuntos de 25 amostras encontrados pelo programa não são únicos, ou seja, podem existir outras configurações que também resultem nas 63 espécies. Um outro fator, é que não há nenhum indicativo de que uma dessas configurações possa ser antecipada e, portanto ser adotada *a priori* em levantamentos futuros.

Na prática, a curva média de acumulação das espécies demonstra que com metade do esforço empregado (30 amostras) teriam sido coletadas 47 espécies (75% do total de espécies). Isso demonstra que, em casos onde não haja tempo ou recursos disponíveis para explorar todas as trilhas da grade, 50% das amostras, distribuídas por toda a extensão da grade pode fornecer um resultado satisfatório.

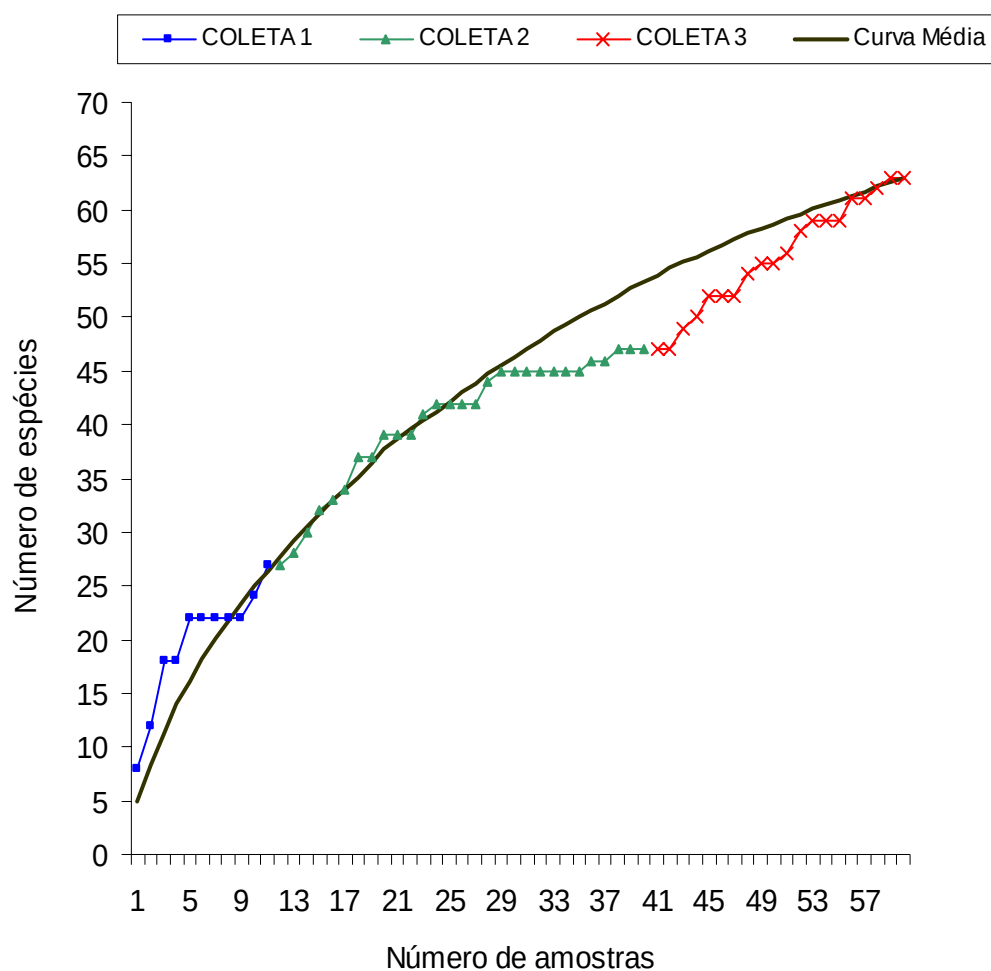


Figura 12. Curva de acumulação de espécies para as 60 amostras (trilhas de 1000m) na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. A linha preta e mais “suave” representa a curva média obtida através de 100 randomizações; a linha colorida representa a curva original de acumulação (ver legenda).

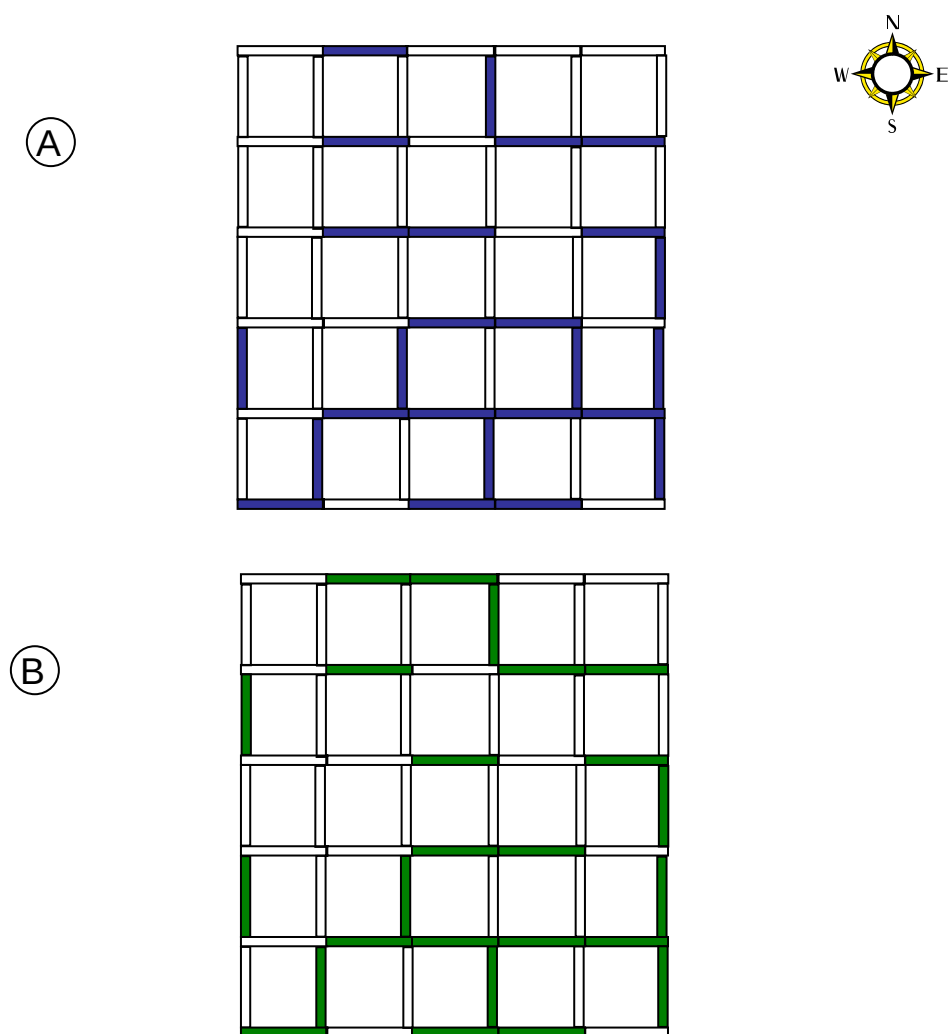


Figura 13. Exemplos de dois subconjuntos de 25 amostras que totalizam 63 espécies de vespas sociais obtidas nas 60 trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. As combinações **A** e **B** foram obtidas através do programa DIVA-GIS.

Em relação à estimativa do número máximo de espécies para a grade do PPBio, o valor obtido através do programa ESTIMATES, aponta para a área um total de 75 espécies de vespas sociais. Com a utilização de todos os métodos, o presente trabalho registrou 65 espécies, o que representa 86% do valor estimado pelo modelo. A proporção alcançada de 86% da riqueza total estimada para uma determinada área pode ser considerada como um resultado positivo na avaliação do protocolo de coleta empregado.

Adicionalmente, foi possível calcular através do programa ESTIMATES o número de amostras que seria necessário para acrescentar mais uma espécie de vespa social ao total obtido. O resultado do cálculo mostra que seriam necessárias 29 amostras. Isto sugere que, a curva média de acumulação já se aproxima de um patamar de estabilização.

A Figura 14 mostra a comparação das curvas média de acumulação de espécies para os percursos de 1000 metros em área de floresta entre a grade do PPBio ($n=60$) e a Estação Científica Ferreira Pena ($n=22$) (dados de SILVEIRA, 2002). Observa-se que a forma das curvas é bastante semelhante. Entretanto, quando as duas curvas são comparadas, considerando o mesmo número de amostras ($n=22$), observa-se que a curva obtida com os dados da ECFPn alcançou um maior número de espécies do que na grade do PPBio. Apesar da diferença entre a riqueza de espécies alcançada nas duas curvas ser pequena, tal diferença sugere que com um número mais reduzido de amostras, é aconselhável que as mesmas possam abranger uma extensão maior ao invés de estarem concentradas em uma única região.

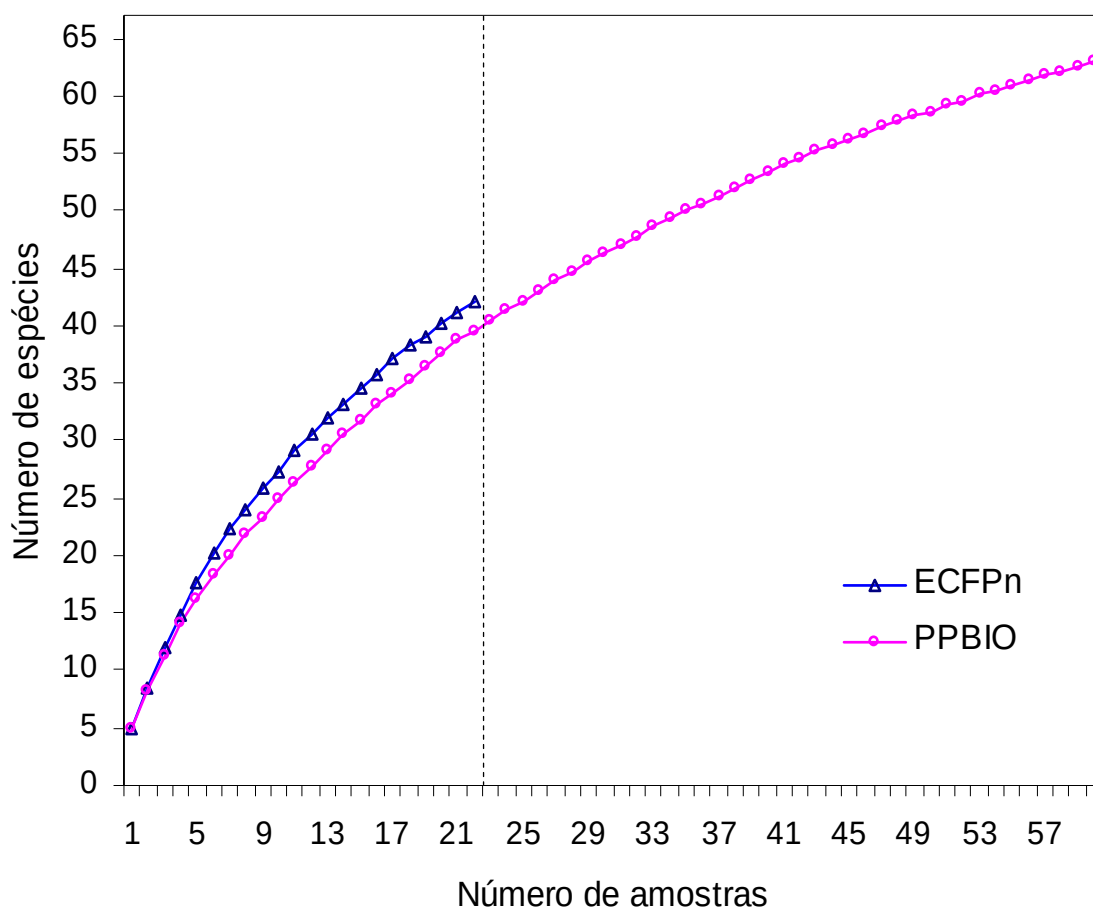


Figura 14. Comparação entre as curvas médias de acumulação de espécies para o método de busca ativa em trilhas de 1000m no interior da floresta entre a grade do PPBio (n=60) e a ECFPn (n=22), Caxiuanã, Pará.

4.2.2 Armadilha de Malaise

Através da instalação de armadilhas de Malaise em 26 pontos da grade foi possível coletar um total de 244 indivíduos pertencentes a 5 gêneros e a 26 espécies (Tabela V). O número de espécies obtido através deste método representa 40% do total registrado em toda a área da grade, somando-se os dois métodos empregados.

Quanto à frequência nas amostras, as espécies foram divididas em três grupos (Tabela 5). O primeiro das espécies com frequência alta ($> 20\%$), que compreende 8 espécies, o segundo com frequência intermediária (entre 10 e 20%), que compreende 7 espécies e o terceiro das espécies pouco frequentes (abaixo de 10%), que compreende 11 espécies. A espécie mais frequentemente registrada foi *Angiopolybia pallens*, capturada em mais de 70% das amostras. No método busca ativa esta espécie foi uma das mais frequentes nas amostras, tendo sido superada apenas por *Agelaia fulvofasciata*. De acordo com SILVEIRA (2002), *A. pallens* provavelmente é a espécie de vespa social mais comum em Caxiuanã.

Como ocorreu no método de busca ativa, em armadilha de Malaise, o número de espécies com baixa frequência nas amostras foi maior que o número de espécies com frequência alta e intermediária. Entretanto, no método de Malaise, tal diferença não foi tão acentuada como no método de busca ativa. Isto pode ser atribuído a uma questão de eficiência da armadilha. Por ser um método passivo de coleta, consistindo apenas na interceptação do voo dos insetos, e cuja abrangência é restrita apenas ao local onde está montada, a armadilha de Malaise parece ser deficiente em coletar espécies de abundância reduzida em uma determinada área. Segundo SILVEIRA (2002), a eficiência da armadilha de Malaise, por seu mecanismo passivo, é certamente mais dependente da abundância geral e tamanho das colônias num dado local e, provavelmente também, do

comportamento de forrageio das espécies. Consequentemente, o “espectro” das espécies localmente disponíveis parece ser consideravelmente reduzido e a maioria das espécies raras são registradas em taxas muito inferiores. KOJIMA & ACHTERBERG (1997) utilizaram armadilhas de Malaise na coleta de vespas sociais no sudoeste da Ásia e levantam algumas questões sobre o comportamento de forrageio das vespas sociais. Os autores dispuseram as armadilhas da margem do rio em direção ao interior da floresta, e observaram que a maior parte das vespas foi capturada próximo ao rio. Como explicação para tal resultado os autores sugerem que, no interior da floresta, vespas sociais forrageiam na área de dossel, onde os recursos alimentares são muito mais ricos que próximo ao chão. Apesar disso, os autores não coletaram em área de dossel e tal explicação pode ser considerada especulativa. No levantamento realizado por SILVEIRA (2002) e no presente trabalho, experimentalmente, foram instaladas armadilhas suspensas próximo a copa das árvores (cerca de 25 m de altura). Tais armadilhas capturaram um número ainda menor de espécies e indivíduos nesse estrato da floresta.

Na Figura 15 que representa o número de espécies de vespas sociais em cada gênero, observa-se que *Polybia* e *Agelaia* se destacaram, compreendendo, juntos, 21 espécies. O gênero *Mischocyttarus* que, no método de busca ativa, despontou juntamente com *Polybia* como o mais importante em número de espécies, em armadilha de Malaise foi representado apenas por duas espécies e um número muito reduzido de indivíduos. Quando consideramos a porcentagem de indivíduos coletados, além de *Polybia* e *Agelaia*, mais um gênero se destaca, a saber, *Angiopolybia* (Figura 16). Apesar de ter sido representado apenas por duas espécies, *Angiopolybia* atinge esse patamar em função de *A. pallens* ter sido a espécie mais frequentemente capturada através deste método.

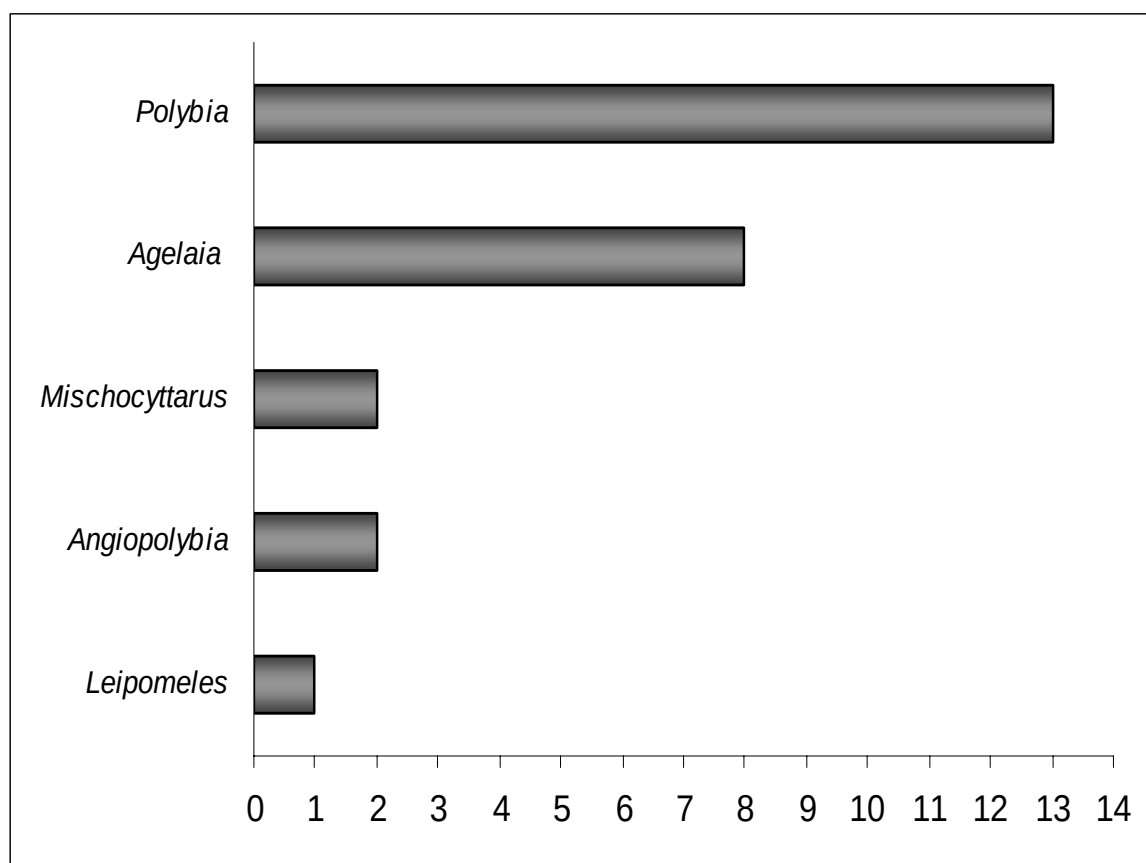


Figura 15. Número de espécies de vespas sociais em cada gênero, capturadas em armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.

Tabela V. Frequência das espécies de vespas sociais capturadas em armadilha de Malaise (n=26) na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. Está representado a frequência (número de armadilhas em que a espécie foi registrada/número total de armadilhas) e o número total de registros em cada espécie.

	Espécies	Frequência nas Armadilhas	Nº de registros
1	<i>Angiopolybia pallens</i>	73.00	68
2	<i>Agelaia fulvofasciata</i>	65.00	42
3	<i>Polybia (Polybia) liliacea</i>	38.00	37
4	<i>Agelaia pallipes</i>	31.00	10
5	<i>Angiopolybia paraensis</i>	27.00	7
6	<i>Agelaia angulicollis</i>	23.00	9
7	<i>Agelaia centralis</i>	23.00	10
8	<i>Polybia (Polybia) striata</i>	23.00	11
9	<i>Agelaia angulata</i>	19.00	7
10	<i>Agelaia testacea</i>	15.00	7
11	<i>Polybia (Pedothoea) emaciata</i>	15.00	4
12	<i>Polybia (Pedothoea) singularis</i>	15.00	9
13	<i>Polybia (Trichothorax) gorytoides</i>	15.00	4
14	<i>Agelaia myrmecophila</i>	12.00	2
15	<i>Polybia (Alpha) sp.</i>	12.00	3
16	<i>Polybia (Hypopolybia) quadricincta</i>	8.00	2
17	<i>Leipomeles dorsata</i>	4.00	1
18	<i>Agelaia cajennensis</i>	4.00	1
19	<i>Polybia (Formiciola) rejecta</i>	4.00	1
20	<i>P. (Myrapetra) platycephala</i>	4.00	1
21	<i>Polybia (Myrapetra) scrobalis</i>	4.00	1
22	<i>Polybia ruffitarsis</i>	4.00	1
23	<i>Polybia (Trichothorax) micans</i>	4.00	1
24	<i>Mischocyttarus sylvestris</i>	4.00	1
25	<i>Mischocyttarus duckei</i>	4.00	1
26	<i>Polybia affinis</i>	4.00	2
Total			244

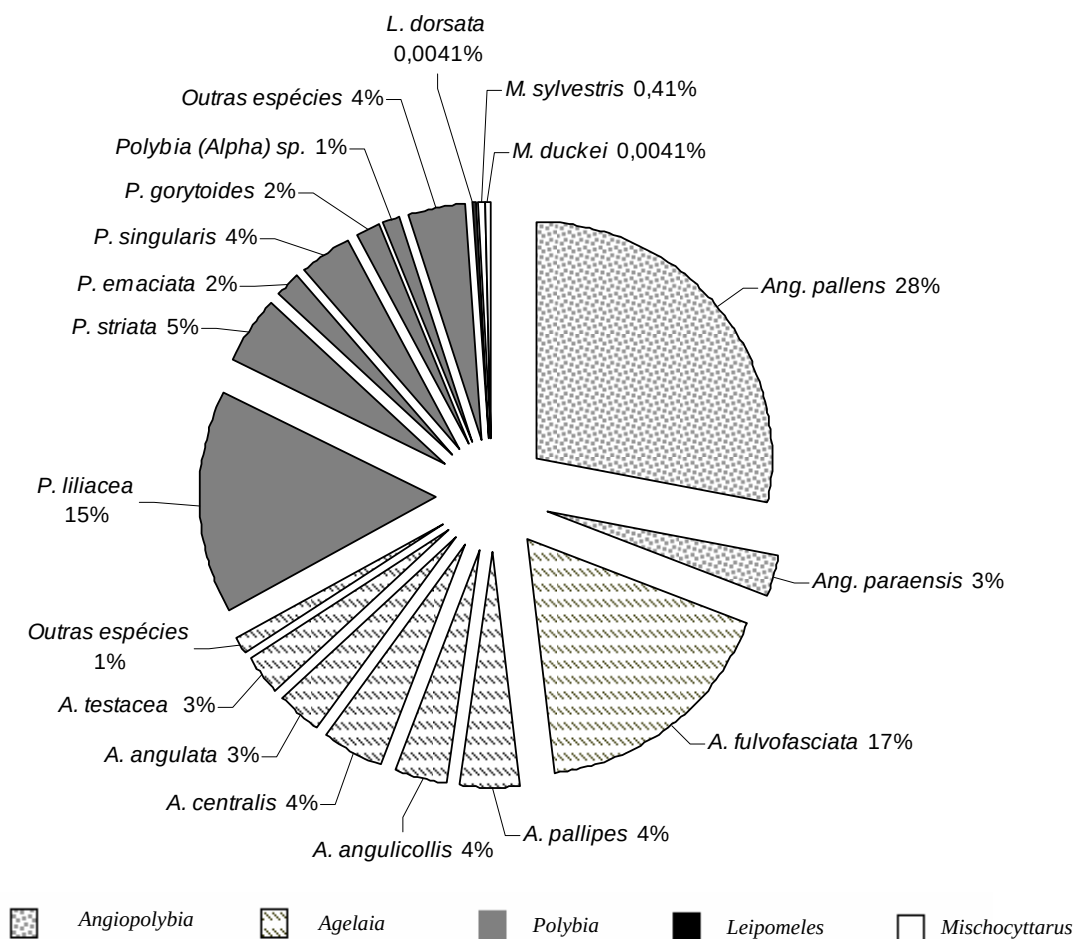


Figura 16. Proporção de indivíduos de vespas sociais coletados em cada gênero em armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará.

SILVEIRA (2002) registrou na área da ECFPn, através de armadilhas, 23 espécies de vespas sociais pertencentes a 6 gêneros com um total de 40 armadilhas por um período de 10 dias. O número de espécies registradas no presente trabalho, através deste método, com apenas 26 amostras, supera o que foi obtido por este autor. Apesar disso, as duas listas apresentam várias espécies em comum e a similaridade entre ambas foi de 58%. Apenas cinco espécies registradas através deste método na área da ECFPn não foram registradas na grade do PPBio (*Polybia dimorpha*, *Synoeca virginea*, *Pseudopolybia difficilis*, *Polybia dimidiata* e *Mischocyttarus* sp. gr. *iheringi*).

O método de coleta com armadilha de Malaise permitiu registrar uma parcela significativa das espécies mais comumente encontradas na grade PPBio. Adicionalmente, duas espécies foram registradas exclusivamente através deste método, sendo que, uma delas, *P. emaciata*, constitui o primeiro registro para a área da Flona de Caxiuanã. Isso reforça o que foi sugerido por SILVEIRA (2002) que, apesar de registrar um número reduzido de espécies em relação a outros métodos como, por exemplo, o de busca ativa, a armadilha de Malaise ainda é um método importante para acrescentar espécies que ocasionalmente não tenham sido capturadas através de coleta com rede entomológica ou cujas colônias não foram eventualmente localizadas. Este autor ressalta ainda que, do ponto de vista de um levantamento preliminar rápido, o uso de armadilha de Malaise pode ser uma técnica satisfatória na coleta das espécies mais comuns de um determinado lugar.

4.2.2.1 Número de Indivíduos e Espécies por amostra

A Tabela VI apresenta o número total e o número médio de espécies e de indivíduos coletados nas armadilhas de Malaise em cada expedição na grade do PPBio. Apresenta ainda os resultados parciais de cada período de 5 dias de coleta das armadilhas durante as três expedições. O número médio de espécies/armadilha variou de 3-5 e o número médio de indivíduos/armadilha variou de 3-9, tendo sido semelhante entre as duas primeiras coletas e mais diferenciado na última, talvez em decorrência do menor número de armadilhas utilizadas. Em todas as três expedições a contribuição em número de espécies do primeiro período parcial (1°-5° dia) foi muito diferente do segundo período (5°-10° dias). Em todas as coletas, o segundo período parcial acrescentou apenas 1 espécie à lista total. Assim, caso não houvesse disponibilidade para deixar as armadilhas por um período de dez dias, somente em um período parcial de 5 dias teriam sido registradas 24 espécies, ou seja, 90% da lista total.

Na área da ECFPn, SILVEIRA (2002), utilizando o mesmo método, registrou em média 4-6 indivíduos por armadilha e o número médio de espécies por armadilha ficou em torno de 2. Assim como no presente trabalho, o mesmo autor verificou que a contribuição de cada período parcial (5 dias) foi, em geral, diferente do seu complementar e atribui tais diferenças a mudanças nas condições climáticas, com dias chuvosos causando uma redução na atividade de forrageamento das vespas sociais e, conseqüentemente, reduzindo o número de capturas.

A localização das armadilhas de Malaise na primeira excursão foi na porção norte da grade e nas coletas 2 e 3 na porção sul. Uma vez que a localização das armadilhas diferiu entre a primeira coleta e as duas últimas, podemos ter uma idéia da complementaridade entre os dois lados da grade para armadilhas. O lado sul apresentou

11 espécies exclusivas (coletas 1 e 2), ou seja, 42% das espécies de armadilha foram encontradas somente nessa região. As capturas das armadilhas de Malaise dispostas apenas nesta região sul da grade correspondem a 24 espécies de vespas sociais, o que representa quase a totalidade das espécies coletadas através deste método (26). Entretanto, considerando a baixa eficiência da armadilha de Malaise e o fato de que, aparentemente, não foi encontrado qualquer fator significativo que justifique escolher amostrar apenas um lado ou outro da grade, o ideal é que as armadilhas sejam dispostas em vários pontos espalhados por toda a extensão da grade.

Tabela VI. Número total e médio de espécies e indivíduos coletados em armadilha de Malaise nas três expedições na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. Apresenta-se o total de cada expedição (coluna em cinza) e por cada período de 5 dias de captura. (* espécies exclusivas da primeira expedição/ ** espécies exclusivas da segunda expedição/ ***espécies exclusivas da terceira expedição).

	EXPEDIÇÃO 1			EXPEDIÇÃO 2			EXPEDIÇÃO 3		
	n=10			n=10			n=6		
	1º-5º dia	5º-10º dia	TOTAL	1º-5º dia	5º-10º dia	TOTAL	1º-5º dia	5º-10º dia	TOTAL
Nº de espécies	9	5	10	18	14	20	13	8	15
Nº de indivíduos	70	20	90	43	50	94	44	22	66
Nº de espécies acrescentadas à lista total	9	1	02*	11	1	7**	3	1	4***
Média de sp/armadilha	3.2	1	3.6	3.1	3.1	5.3	3.83	2.5	5
Média de indivíduos/armadilha	7	1.6	8.6	4.3	5.1	9.4	7.33	3.67	3.7

4.2.2.3 Desempenho do Método Armadilha de Malaise

A Figura 17 mostra a curva de acumulação média e observada das espécies de vespas sociais coletadas em armadilha de Malaise. Da mesma forma que para o método de busca ativa, a curva observada corresponde à ordem original de adição das espécies com o aumento do número de amostras. A curva média, por sua vez, é resultante da randomização na ordem de entrada das amostras (100). O formato da curva média de acumulação é bastante íngreme, o que sugere que ainda poderia haver um incremento considerável de espécies com o aumento do número de amostras. Apesar disso, a riqueza total estimada através do programa ESTIMATES para este método foi de 29 espécies e o número de espécies registrado no presente trabalho corresponde a quase 90% deste total, demonstrando que o método apresentou um desempenho satisfatório na grade.

A Figura 18 apresenta a comparação entre as curvas de acumulação média de espécies entre a ECFPn (dados de SILVEIRA, 2002) e a grade do PPBio. Observa-se que a curva obtida na grade do PPBio apresenta-se bem mais elevada e o número final de espécies alcançado é bem maior que no protocolo anteriormente desenvolvido na ECFPn. Com isso, conclui-se que o método apresentou um melhor desempenho na grade que na área da Estação Científica.

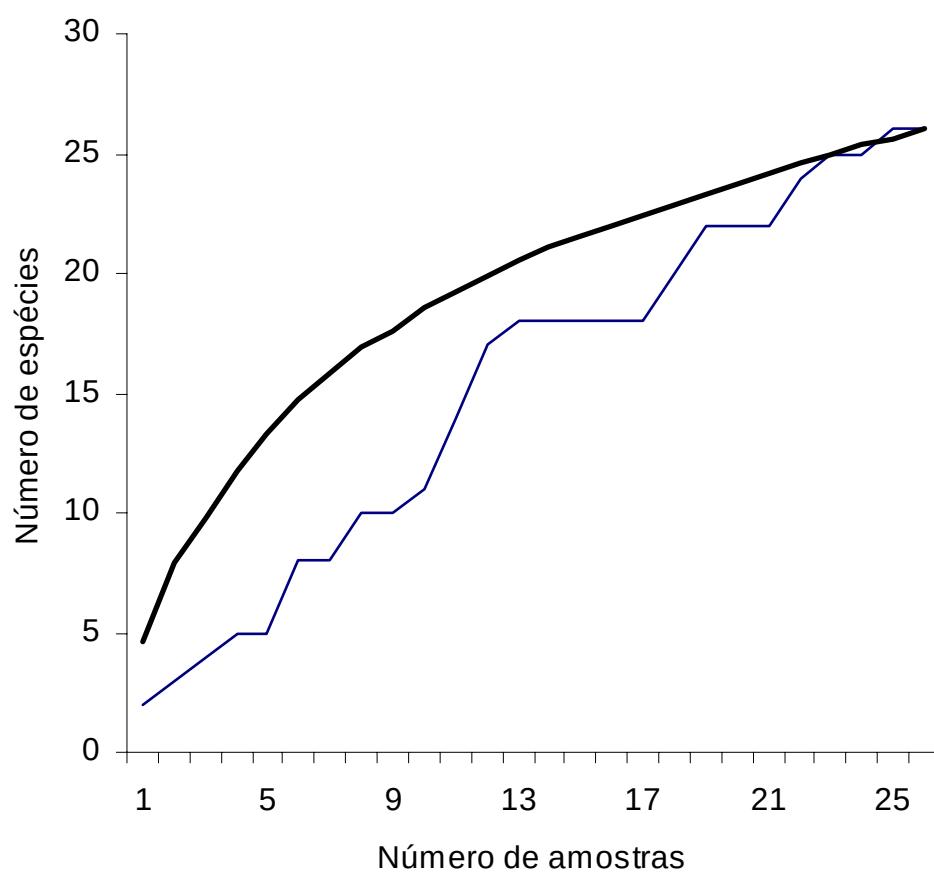


Figura 17. Curva de acumulação de espécies para o método de armadilha de Malaise na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. A linha preta representa a curva média, obtida através de 100 randomizações, e a linha em azul a curva original.

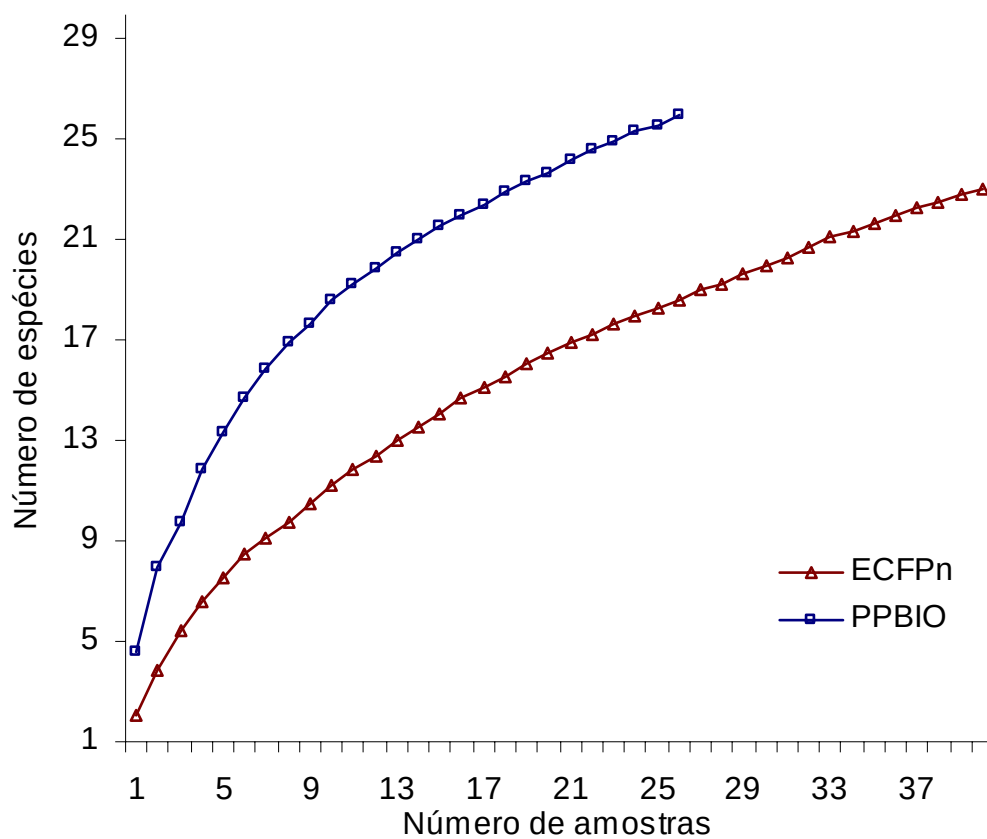


Figura 18. Comparação entre as curvas média de acumulação de espécies para o método de armadilha de Malaise entre a grade do PPBio (n=26) e a área da ECFPn (n=40), Caxiuanã, Pará.

4.3. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

4.3.1 Distribuições das Espécies

O Anexo A (1 - 40) apresenta a distribuição espacial dos registros das espécies coletadas através do método busca ativa. Cada ponto representado nas figuras corresponde a um único registro da espécie na trilha (registro primário). O registro pode representar a coleta do indivíduo em vôo ou o encontro da colônia de uma determinada espécie.

Observa-se nas figuras apresentadas um número maior de espécies de vespas sociais com poucos registros na grade, sendo consideradas raras (Anexo A: 7 - 40), e um número reduzido de espécies com uma maior quantidade de registros (Anexo A: 1-6). Em geral, tanto em espécies com maior número, como em espécies com menor número de registros na grade, a distância entre os pontos (registros primários) é pequena, ou seja, os pontos apresentam-se agrupados.

Agelaia fulvofasciata é a espécie com maior densidade de registros na grade. Apesar disso, apenas um ninho dessa espécie foi localizado. Isto por que, são ninhos construídos no interior de cavidades no solo ou no interior de troncos e, portanto, de difícil localização. As demais espécies apresentam uma densidade menor de pontos em relação a *A. fulvofasciata*, mas mantém o mesmo padrão de agregação dos registros observado nesta espécie (Anexo A:2-6).

A fim de analisar estatisticamente o padrão observado nas figuras das espécies com maior densidade de pontos, foi utilizada a estatística Join Count. Inicialmente, a estatística foi realizada em uma escala mais fina considerando todos os registros

efetuados em cada espécie, da forma como eles se apresentam no Anexo A (presença ou ausência da espécie considerando trechos de 100 m).

Nessa escala, a análise detectou um padrão de distribuição agregado para *Agelaia fulvofasciata*, em classes de distância compreendidas entre 0 e 700 m, para *Agelaia pallipes* entre 0 e 140 m, para *Agelaia angulata* e *Angiopolybia pallens* em classes de distância entre 0 e 420 m e para *Angiopolybia paraensis*, e *A. centrallis* em classes compreendidas entre 0 e 280 m. Ou seja, o número de pares BB (presença/presença) separados por essas classes de distância foi significativamente maior ($p < 0,05$) do que o que seria esperado em um padrão de distribuição randômico. Em termos biológicos isto significa que dado que uma destas espécies seja registrada em um determinado ponto, a chance de registrar essa mesma espécie em um segundo ponto dentro dessas classes de distância é muito alta.

Os padrões de distribuição observados para estas espécies, nessa escala de análise, são agregados considerando classes de distâncias curtas. Isto deve ser interpretado como resultante do comportamento territorial das vespas sociais. Agregados de registros em curtas distâncias podem ser provenientes de uma mesma colônia já que as espécies apresentam a tendência de explorar os recursos nas proximidades do ninho (territorialidade).

Posteriormente, a análise foi repetida em uma escala mais ampla, considerando a presença ou ausência da espécie em cada trilha de 1000m. Esta segunda análise foi realizada com o objetivo de avaliar padrões de distribuição em uma escala mais ampla, em que não haja a interferência do comportamento de territorialidade das espécies. Para isto, todos os registros primários efetuados ao longo de cada trilha de 1000 m foram agrupados em um único ponto central (centróide) e interpretados como uma única

informação, a saber, a presença da espécie. Tal procedimento foi realizado visando diminuir o efeito do agrupamento dos registros primários na interpretação da análise. Como resultado foi obtido uma representação esquemática das presenças/ausências das espécies (Figura 19), onde, os segmentos pintados em preto correspondem à presença da espécie (**B**-black) e, os segmentos em branco, a ausência da mesma na trilha (**W**-white).

Na Tabela VII encontram-se os valores resultantes da estatística Join Count para as seis espécies mais freqüentes na grade em classes de distância de 1000 m. Para *Agelaius fulvofasciatus*, *A. angulatus* e *A. pallipes* não foi detectado um padrão significativamente agregado em nenhuma das classes de distância, ou seja, o número de pares de pontos (BB) observado não é significativamente diferente do número estimado em um padrão de distribuição randômico. Em *Angiopolybia pallens* e *Angiopolybia paraensis* a análise mostrou um padrão de distribuição significativo na classe de distância compreendida entre 2500 m e 3800 m. Entretanto, o padrão detectado para estas espécies nessa classe de distância foi disperso, ou seja, o número de pares BB (presença/presença) foi menor do que o esperado em um padrão randômico de distribuição. Em *A. centralis* foi detectado um padrão significativamente agregado na classe de compreendida entre 0 e 1280 m e um padrão disperso na classe entre 3800 e 5100 m.

O padrão de distribuição observado para *Angiopolybia pallens*, *Angiopolybia paraensis* e *A. centralis* em pontos separados por distâncias acima de 2500 m reflete a existência de “vazios” de registros dessas espécies num setor periférico da grade. Dessa forma, o número de pares BW (presença/ ausência) separados por essas classes de distância acaba sendo maior do que o esperado em uma distribuição randômica. É provável que estes “vazios” onde tais espécies não ocorreram sejam espaços existentes

entre grandes manchas de distribuição destas espécies. Entretanto, tal conclusão é apenas especulativa uma vez que a grade de 25 km² não é suficiente para detectar padrões tão amplos de distribuição.

Tabela VII. Valores da estatística Join Count para seis espécies de vespas sociais na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. Apresentam-se os valores do número de pares de pontos BB (presença/presença) esperado (E(J)) e observado (JC) em diferentes classes de distância para cada espécie. Informam-se ainda os valores da probabilidade de significância da diferença entre o valor esperado e o estimado (p). O símbolo (*) corresponde aos valores de $p \leq 0,05$ e (**) a $p \leq 0,01$.

	CLASSES DE DISTÂNCIA (metros)											
	0-1280			1280-2561			2561-3841			3841-5122		
ESPÉCIES	E (JC)	JC	p	E (JC)	JC	P	E (JC)	JC	p	E (JC)	JC	p
<i>A. fulvofasciata</i>	142.62	143	0.925	449.4	469	0.21	384.66	385	0.941	243.47	226	0.237
<i>A. angulata</i>	25.84	32	0.103	81.43	84	0.793	69.692	69	0.891	44.112	33	0.221
<i>A. pallipes</i>	30.875	29	0.635	97.302	88	0.387	83.26	77	0.240	52.705	65	0.218
<i>A. centralis</i>	17.12	25	0.017*	53.94	67	0.098	46.16	45	0.794	29.22	15	0.05*
<i>A. pallens</i>	87.254	93	0.231	274.983	284	0.581	235.322	218	0.005**	148.949	144	0.748
<i>A. paraensis</i>	21.254	28	0.057	66.983	76	0.307	57.322	46	0.02*	36.282	34	0.778

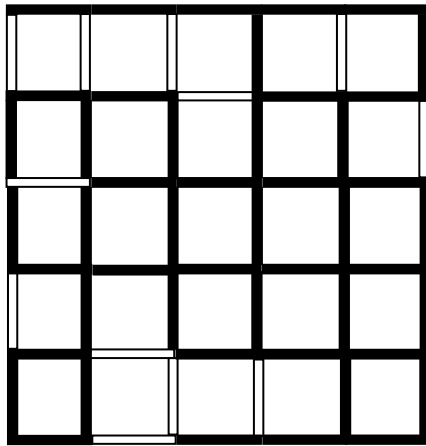
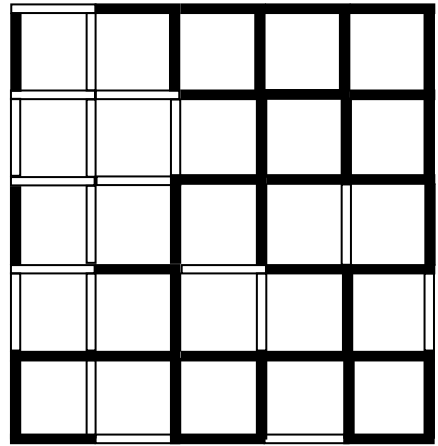
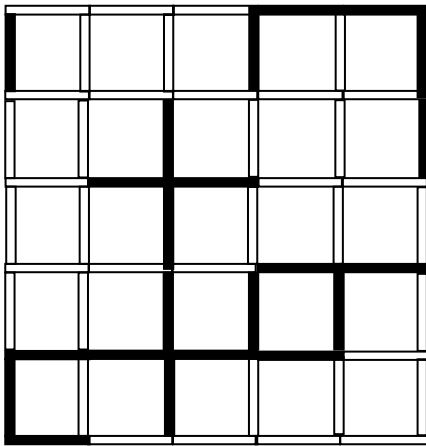
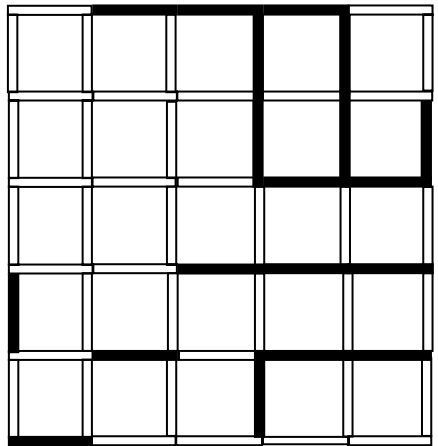
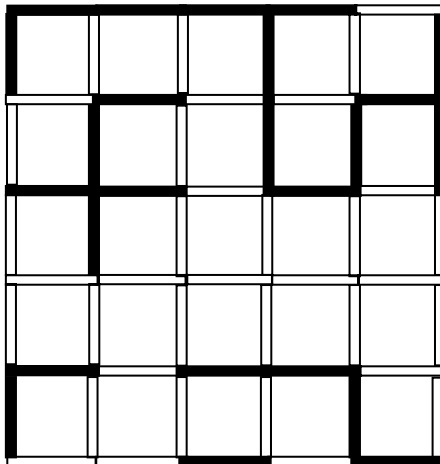
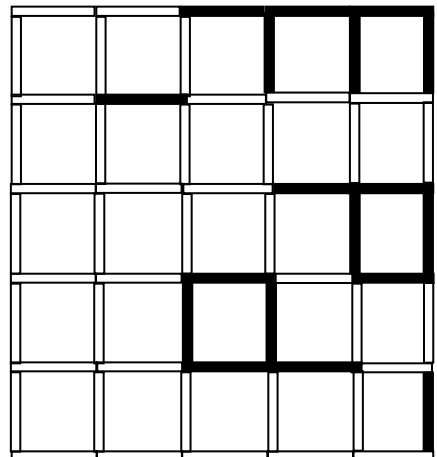
1. *A. fulvofasciata*2. *Angiopolybia pallens*3. *A. angulata*4. *Angiopolybia paraensis*5. *A. pallipes*6. *A. centrallis*

Figura 19. Representação esquemática das presenças/ausências das espécies de vespas sociais na grade do PPBio, Caxiuanã, PA. Os segmentos pretos representam a presença e os brancos a ausência da espécie no centróide da trilha de 1000 m.

4.3.2 Distribuição de registros e espécies por amostra

As Figuras 20 e 21 apresentam respectivamente o número de espécies e o número de registros (indivíduos e colônias) em cada ponto central das trilhas de 1000 m da grade. Cada um dos pontos representados nas figuras corresponde ao agrupamento de todas as espécies e de todos os registros efetuados ao longo da trilha. A partir dessas figuras observa-se uma concentração de pontos com menor número de espécies em uma determinada região da grade (lado Oeste) (Figura 20). Um padrão semelhante foi observado para o número de indivíduos e de colônias (Figura 21), de forma que há nessa região um “deficit” acentuado de espécies e registros de indivíduos e colônias.

Apesar de ainda não se ter uma caracterização botânica completa da área, é muito evidente que essa região da grade é diferenciada das demais no que diz respeito à estrutura da vegetação. Isso também tem sido verificado por outros pesquisadores que têm desenvolvido protocolos com outros grupos de insetos na área, tais como, besouros (VALENTE, comunic. pess.) e gafanhotos (NUNES, comunic. pess.). Durante as coletas do presente trabalho, foi observado que essa região parece mais seca e apresenta uma grande quantidade de cipós e poucas árvores de grande porte. Em vespas sociais a estrutura da vegetação em um dado local certamente é um fator importante já que a vegetação é o suporte direto em que estes insetos constroem seus ninhos. Entretanto, essas observações ainda necessitam da confirmação de especialistas que vêm desenvolvendo um protocolo voltado para a caracterização da estrutura da vegetação da área afim de que esse padrão observado para vespas sociais possa ser melhor compreendido.

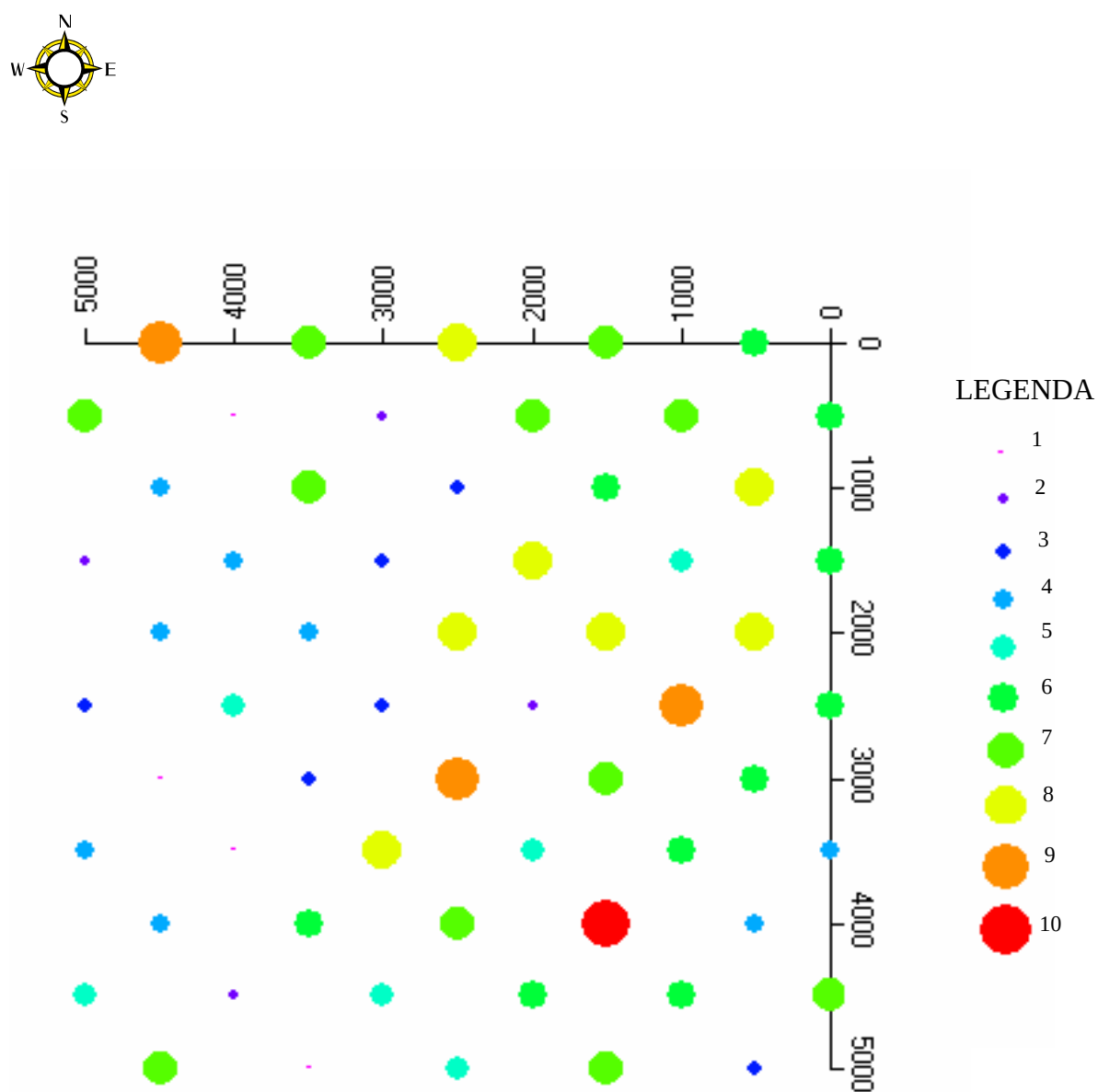


Figura 20. Distribuição das riquezas por amostra agrupadas em cada ponto central das trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. Os pontos variam em tamanho e coloração de acordo com o número de espécies de cada ponto central (ver legenda).

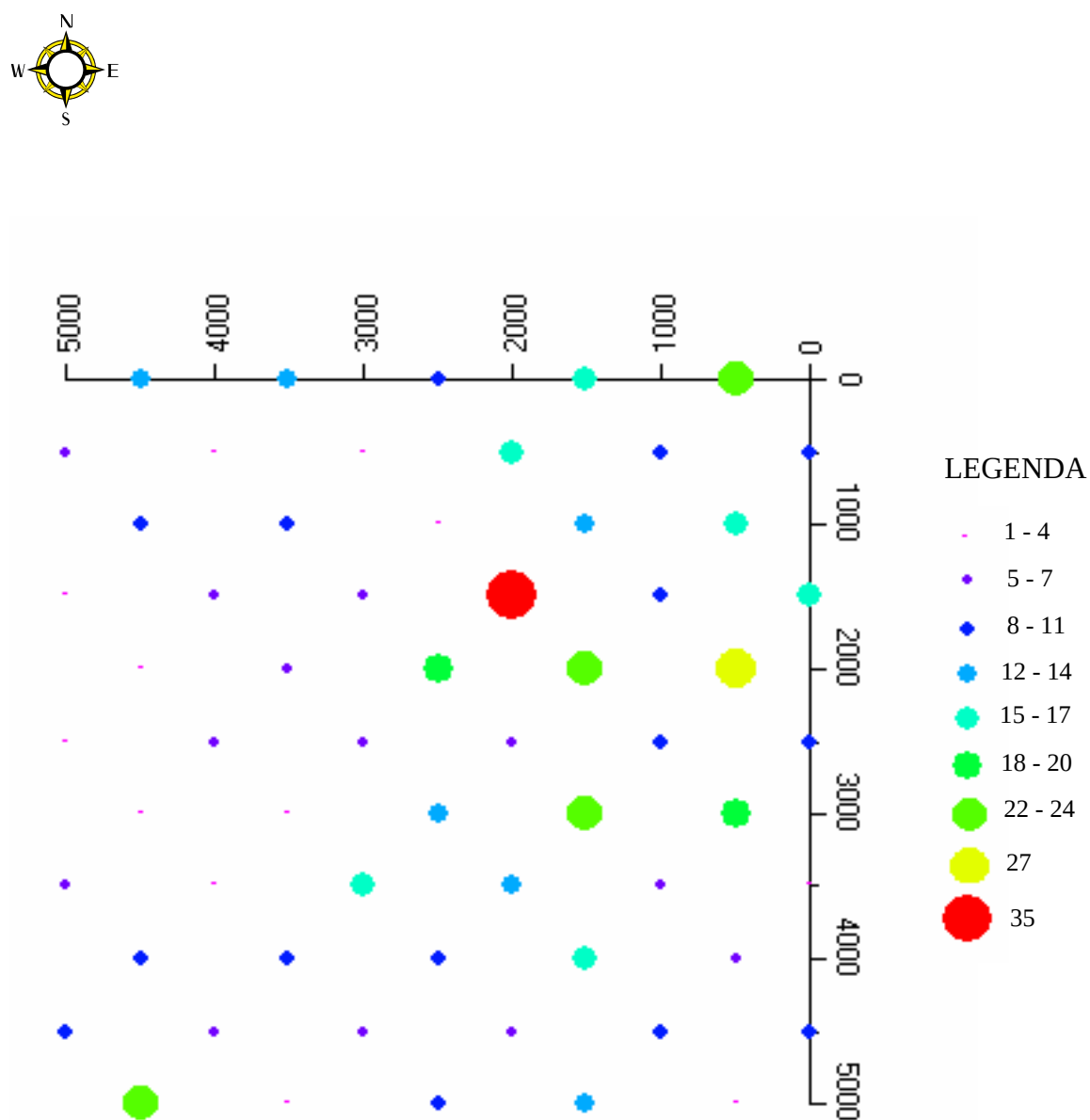


Figura 21. Distribuição dos registros por amostra agrupados em cada ponto central das trilhas de 1000 m na grade do PPBio, Caxiuanã, Pará. Os pontos variam em tamanho e coloração de acordo com o número de registros de cada ponto central (ver legenda).

5. CONCLUSÃO

Os dados coletados no presente trabalho permitem chegar as seguintes conclusões:

1. O inventário realizado na grade do PPBio revelou uma rica fauna de vespas sociais (65 espécies), dentre as quais, destacaram-se *Agelaia fulvofasciata* e *Angiopolybia pallens* como as espécies mais freqüentes nas amostras;
2. Os gêneros *Polybia* e *Mischocyttarus* foram os mais importantes em número de espécies para a grade e, provavelmente, são os mais representativos para a Flona de Caxiuanã;
3. O número de espécies de vespas sociais para o presente trabalho é equivalente ao registrado por SILVEIRA (2002) em vegetação no interior de floresta na área da ECFPn, entretanto a similaridade entre as áreas é baixa;
4. Embora a maioria das espécies não tenha apresentado preferência por determinado substrato vegetal, quatro espécies (*Mischocyttarus* sp. 8 gr. *mallaris*, *M. punctatus*, *M. vaqueroi*, *Mischocyttarus adolphi*) constituem exceções, tendo seus ninhos sempre localizados em associação com determinados tipos de plantas.
5. Em área de floresta a localização de colônia de vespas sociais é uma tarefa difícil, mesmo com o uso de binóculos. Assim, a coleta dos indivíduos em vôo é imprescindível para a obtenção de uma lista de espécies mais completa;
6. O método de busca ativa foi mais eficiente do que a utilização de armadilhas de Malaise, tendo sido responsável pelo o encontro de 97% do total de espécies. O método apresentou um desempenho satisfatório quando comparado aos

resultados obtidos por SILVEIRA (2002) com o mesmo método na área da ECFPn;

7. Embora tenha apresentado uma menor eficiência, armadilha de Malaise permitiu registrar uma parcela importante das espécies mais comuns na grade do PPBio sendo que duas espécies (*P. emaciata* e *P. quadricincta*) foram registradas exclusivamente através desse método;
8. O protocolo proposto pelo PPBio (grade de 25 km²) apresentou um desempenho satisfatório, tanto em número de espécie quanto na composição da lista obtida. Apesar disso, a não exploração de alguns ambientes, como a margem de rios, por exemplo, certamente limitou o encontro de outras espécies que são restritas a esse tipo de ambiente.
9. Explorar toda a extensão da grade foi importante para a obtenção de uma lista mais completa de espécies de vespas sociais. Em levantamentos futuros a curva média de acumulação sugere que com metade das amostras (30) seria obtido 75% das espécies;
10. O padrão de distribuição das seis espécies estudadas mostrou ser agregado em classes de distância curtas (entre 0 e 700 m). Esses padrões devem ser decorrentes do comportamento territorial das colônias;
11. A lista de espécies obtida contribuiu para o incremento de 21 espécies de vespas sociais à Floresta Nacional de Caxiuanã e de dois novos registros para o estado do Pará, a saber, *Polybia brunnea* e *Myschocyttarus vaqueroi*;
12. Além dos novos registros, dez espécies, após serem examinadas por um especialista no grupo, não puderam ser determinadas com certeza, provavelmente constituindo novas espécies;

13. Somando-se as novas ocorrências reveladas através deste trabalho à lista anteriormente obtida na região, chega-se a um total de 100 espécies de vespas sociais para a Floresta Nacional de Caxiuanã. Este total supera o número de espécies registradas para a região de Belém e corresponde a 86% do número de espécies registradas na Serra dos Carajás, cuja fauna de vespas sociais supera qualquer outra área amostrada dentro da região Neotropical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B. & SILVA, A. S. L. 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea da estação Científica Ferreira Penna, em Caxiuanã (Pará). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Bot., Belém**, 9 (1): 93-188.
- AMORIM, L. R. & AZEVEDO, G. G. 2004. Biologia Populacional de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) no Nordeste do Estado do Maranhão, Brasil: estrutura da comunidade em área de Mata Ciliar no Município de Urbano Santos, MA. **In: XIII Ciclo de Estudos Biológicos- Resumos**.
- ARAB, A., PIETROBON, T. A. O., BRITTO, F. B., ROCHA, T., SANTOS, L., BARBIERI, E. F. & FOWLER, H. G. 2003. Key to the nests of Brazilian Epiponini wasps (Vespidae: Polistinae). **Sociobiology** 42 (2):425-432.
- BRÈTHES, J. 1903. Contribución al estudio de los Véspidos sud-americanos y especialmente argentinos. **An. Mus. nac. Hist. Inst. B. Aires** 9:15-39.
- CAMPOS, A. E. 2005. Diversidade das espécies de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado em Uberlândia-MG. Dissertação (**Mestrado em Zoologia - Comportamento e Ecologia Animal**). Universidade Federal de Juiz de Fora, 23p.
- CARPENTER, J. M. 1991. Phylogenetic relationships and the origin of social behavior in the Vespidae. P. 7-32. In: ROSS, K.G. & MATTHEWS, R.W. (ed.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, 678 p.
- CARPENTER, J. M. 2004. Synonymy of the Genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles* Möbius, 1856 (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae), and a New Key to the Genera of Paper Wasps of the New World. **Am. Mus. Novitates** 3465: 1-16.

- CARPENTER, J. M.; WENZEL, J. W. & KOJIMA, J-I. 1996. Synonymy of the Genus *Occipitalia* Richards, 1978, with *Clypearia* de Saussure, 1854 (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Epiponini). **J. Hym. Res.** 5: 157-165.
- CARPENTER, J. M., KOJIMA, J. I., WENZEL, J. W. 2000. *Polybia*, Paraphyly, and Polistine Phylogeny. **Am. Mus. Novitates** 3298 (1): 1-24.
- CARPENTER, J. M. & MARQUES, O. M. 2001. Contribuição ao estudo de vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). **Série: Publicações digitais, volume 2, versão 1.0**. Universidade Federal da Bahia, Brasil.
- CLIFF, A. D. & ORD, J. K. 1971. Evaluating the percentage points of a spatial autocorrelation coefficient. **Geograph Anal** 3: 51-62
- COLWELL, R. K. 2005. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>
- COOPER, M. 1996a. The subgenus *Monogynoecus* Richards of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae, Polistinae) with descriptions of two new species. **Entomologist's mon. Mag.** 132: 23-28.
- COOPER, M. 1996b. The *mendax* group of *Mischocyttarus* (Hym., Vespidae, Polistinae) with descriptions of two new species. **Entomologist's mon. Mag.** 132: 273-280.
- COOPER, M. 1997a. A new subgenus of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae, Polistinae). **Entomologist's mon. Mag.** 133: 117-129.
- COOPER, M. 1997b. A new subgenus *Megacanthopus* of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae, Polistinae) with a key and three new species. **Entomologist's Mon. Mag.** 133: 217-233.
- COSTA, J. P. R. da & MORAIS, J. C. 2002. Médias mensais de variáveis meteorológicas (1996-1999). In: Lisboa, P. L. B. (org.). **Caxiuanã: Populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 734 p.

- COSTA, M. L. DA; KERN, D.C.; VON BEHLING, H. & BORGES, M. S. 2002. Geologia & Solos. **In: Caxiuanã: Populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica**. Lisboa, P.L.B. (org.). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 734 p.
- DEJEAN, A., CORBARA, B., CARPENTER, J.M. 1998. Nesting site selection by wasps in the Guianese rain forest. **Insectes Sociaux** **45 (1)**: 33-41.
- DINIZ, I. R. & KITAYAMA, K. 1994. Colony densities and preferences for nest habitat of some social wasps in Mato Grosso State, Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **J. Hym. Res.** **3**: 133-143.
- DINIZ, I. R. & KITAYAMA, K. 1998. Seasonality of vespid species (Hymenoptera, Vespidae) in Central Brazilian Cerrado. **Rev. Biol. Trop.** **46 (1)**: 15-22.
- DOUGLAS, J.B. 1980. **Analysis with standard contagious distributions**. Fairland, Maryland, International Cooperative Publishing House, 520 p.
- DUCKE, A. 1904. Sobre as Vespidas sociaes do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia** **4 (2/3)**: 317-374.
- DUCKE, A. 1905. Nouvelles contributions à la connaissance des Vespides sociales de l'Amérique du Sud. **Revue. Ent.** **24**: 5-24.
- DUCKE, A. 1907. Novas contribuições para o conhecimento das Vespas (Vespidae sociales) da Região Neotropical. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** **5**: 152-199.
- FORSYTH, A. 1980. Swarming activity of Polybiine Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae; Polybiini). **Biotropica** **13(2)**: 93-99.
- FORTIN, M.-J., DALE, M.R.T. & HOEF, J. J. 2002. Spatial analysis in ecology. P. 2051-2058. In: El-Shaarawi, A. H. & Piegorisch, W. W. (eds.). **Encyclopedia of Environmetrics**, vol.4, John Wiley & Sons, Ltda., Chichester.

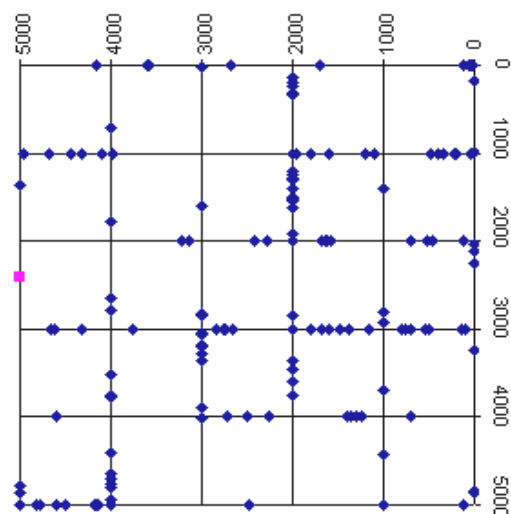
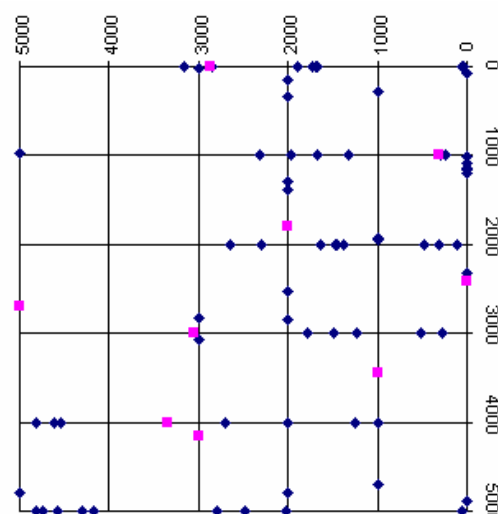
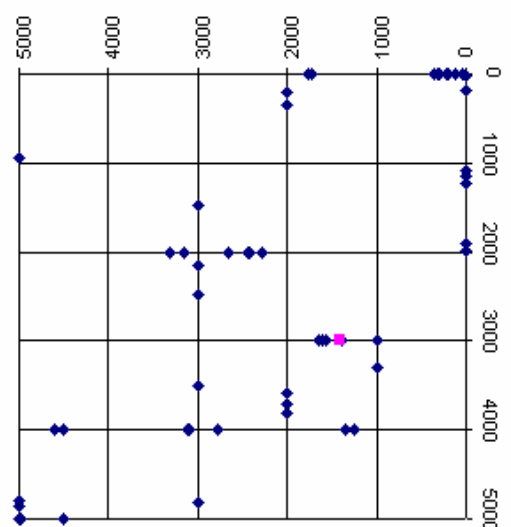
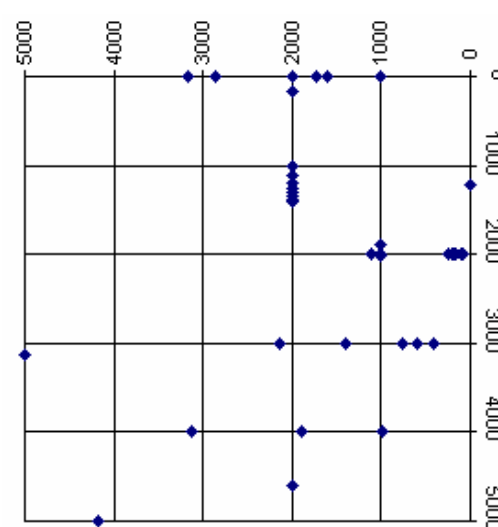
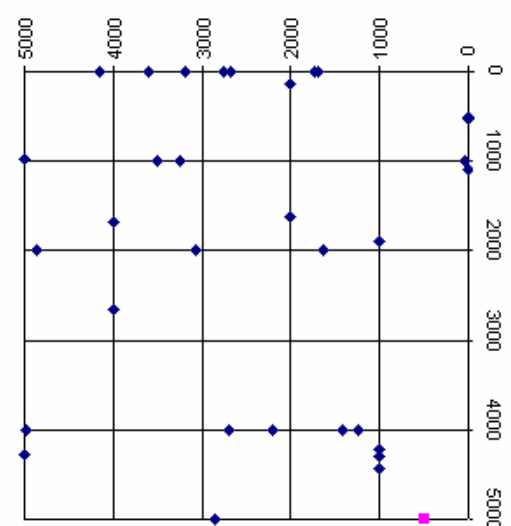
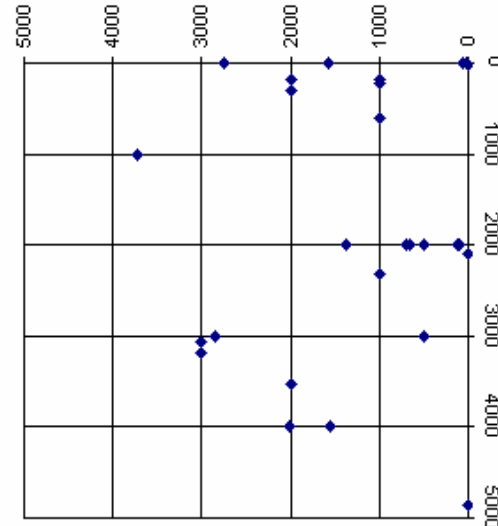
- FOWLER, H. G. 1983. Human effects on nest survivorship of urban synanthropic wasps. **Urban Ecol. (7)**: 137-143.
- GOBBI, N., MACHADO, V. L. L. & TAVARES-FILHO, J. A. 1984 “Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis occidentalis*”. **An. Soc. Entomol. Brasil. 13** (1): 63-69.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters 4**: 379-391.
- HAMILTON, W. D. 1971. Geometry for the selfish herd. **J. Theor. Biol. 31**: 295-311.
- HENRIQUES, R.P.B.; ROCHA, I.R.D. & KYTAYAMA, K. 1992. Nest density of some wasp species in Cerrado vegetation of Central Brazil. **Entomol. Gener. 17**: 265-268.
- HIJMANS, R. J., GUARINO, L., JARVIS, A., O'BRIEN, R. & MATHUR, P. 2005. Programa DIVA-GIS versão 5.2. Manual de uso. Disponível em: <http://www.diva-gis.org/>.
- IHERING, R. von. 1904. As vespas sociaes do Brasil. **Revta. Mus. Paul. 6**: 97-309.
- JEANNE, R. L. 1975. The adaptivness of social wasps nest architecture. **The Quarterly Rev. of Biology 50**: 267-287.
- JEANNE, R. L., 1980. Evolution of social behavior in the Vespidae. **Annu. Rev. Entomol. 25**: 371-396.
- JEANNE, R. L., 1981. Chemical communication during swarm emigration in the social wasp *Polybia sericea* (Oliver). **Anim. Behav. 29**: 102-113.
- KOJIMA, J. & VAN ACHTERBERG, K. 1997. Social wasps collected by Malaise trapping in Southeast Asia, with a note on relative abundance of swarm-found species (Insecta: Hymenoptera: Vespidae). **Nat. Hist. Bull. Ibaraki Univ. 1**:1-13
- KREBS, C.J. 1989. **Ecological methodology**. New York: Harper Colins, 654p.

- LEGENDRE, P. 1993. Spatial autocorrelation: Trouble or New Paradigm? **Ecology**, **74**(6): 1659-1673.
- LEVIN, S.A. 1978. Pattern formation in ecological communities. P. 433-465. In: J. H. Steele (ed.). **Spatial pattern in plankton communities**. New York, Plenum Press.
- LISBOA, P. L. B. 2002. A natureza em Caxiuanã. **In: Natureza, homem e manejo de recursos naturais na região de Caxiuanã, Melgaço, Pará**. Lisboa, P.L.B. (org.). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 237p.
- MARQUES, O.M.; CARVALHO, C.A.L. de & COSTA, J.M. da. 1993. Levantamento das espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Município de Cruz das Almas- Estado da Bahia. **Insecta 2** (1): 1-9
- MECHI, M.R. 1996. **Levantamento da fauna de vespas Aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 237p.
- MECHI, M. R. & DE MORAES, J. A. P. V. 2000. Comunidade de vespas Aculeata (Hymenoptera, Vespoidea) de uma área de cerrado e suas visitas às flores. P. 765-790. In: Santos, J. E. & J. S. R., Pires (eds.). **Estação Ecológica de Jataí, v.2**, 540p.
- MORATO, E. F. & PASSOS, V. T. 1998. Avaliação ecológica rápida da fauna de vespas (Hymenoptera, Aculeata) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil. 4º Congresso de Ecologia do Brasil. Fac. de Ciências Agrárias do Pará. **Resumo**. p. 289.
- MPEG 2005. Diagnóstico do “estado da arte” do conhecimento sobre a fauna da região da serra de Carajás. **Relatório desenvolvido como parte integrante do Plano Integrado de Monitoramento e estudos da Fauna (PIMEF) da região da Serra dos Carajás (Companhia Vale do Rio Doce-CVRD)**, 353p.
- O'DONNELL, S. 1995. Necrophagy by Neotropical Swarm-Founding Wasps (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Biotropica** **27**: 133-136.

- OHGUSHI, R.-I, YAMANE, S. & SAKAGAMI, F. 1988. Ecological distribution and habitat-linked density of colonies of Stenogastrine wasps in tropical S. E. Asia. **Zoological Science** 5:869-874.
- RAW, A. 1988. Social wasps (Hymenoptera, Vespidae) and insect pests of crops of the Surui and Cinta Larga indians in Rondônia, Brazil. **Entomologist** 107: 104-109.
- RAW, A. 1992. The forest: savanna margin and habitat selection by Brazilian social wasps (Hymenoptera, Vespidae). P. 499-511. In: P.A. Furley, J.A. Ratter & J. Proctor (eds.). **The nature and Dynamics of the Forest-Savanna Boundary**, Chapman & Hall, 671p.
- RAW, A. 1998a. Social Wasps (Hymenoptera, Vespidae) of the Ilha de Maracá. P. 311-325. In: J. A. Ratter & W. Milliken (eds.). **Maracá. Biodiversity and environment of an Amazonian Rainforest**. Chichester, John & Sons, 508 p.
- RAW, A. 1998b. Population densities and biomass of neotropical social wasps (Hymenoptera, Vespidae) related to colony size, hunting range and wasp size. **Revta. Bras. Zool.** 15: 815-822.
- RICHARDS, O.W. 1971. The biology of social wasps (Hymenoptera, Vespidae). **Biol. Rev. (Cambridge)** 46: 483-528.
- RICHARDS, O.W. 1978. **The Social Wasps of Americas excluding the Vespinae**. British Museum (Natural History), London. 580 p.
- RICHTER, M. R. 2000. Social wasps (Hymenoptera, Vespidae) foraging behavior. **Annu. Rev. Entomol.** 45: 121-150.
- ROCHA, I.R.D.; CAVALCANTI, R.B.; MARINHO-FILHO, J.S.; ARAÚJO, A.B. & K. KITAYAMA. 1993. Fauna do Distrito Federal. P. 405-431. In: M. N. Pinto (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: UnB.

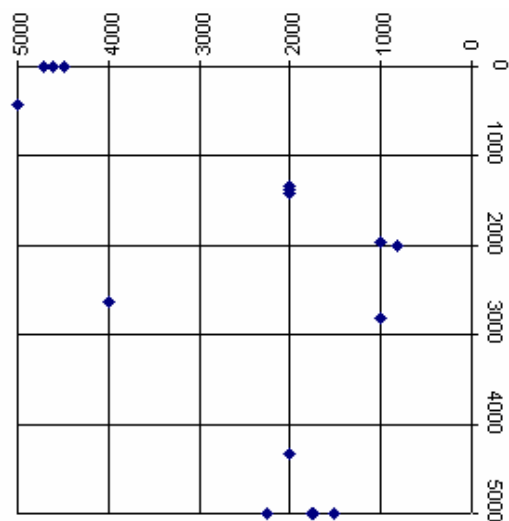
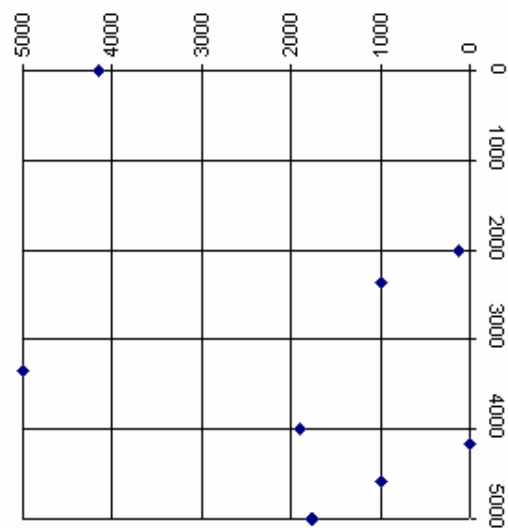
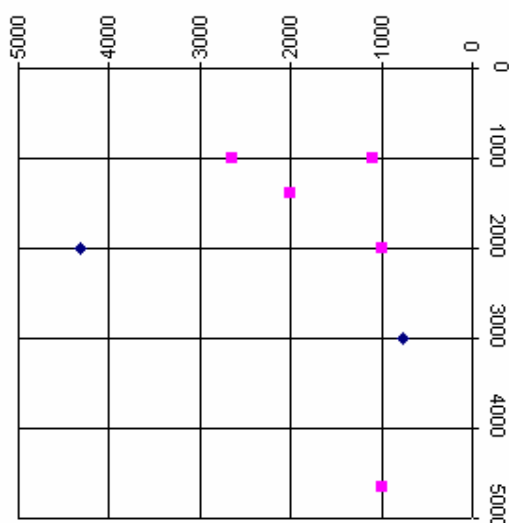
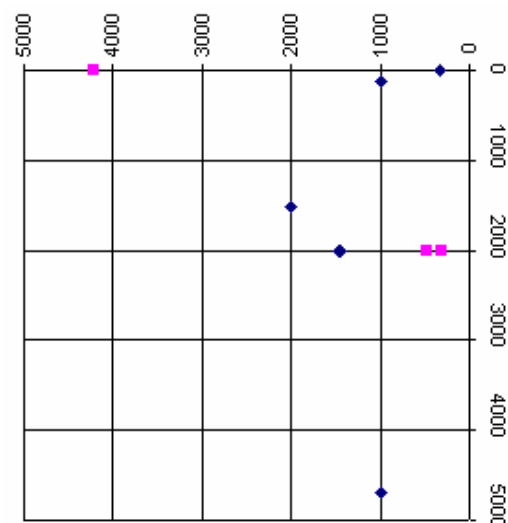
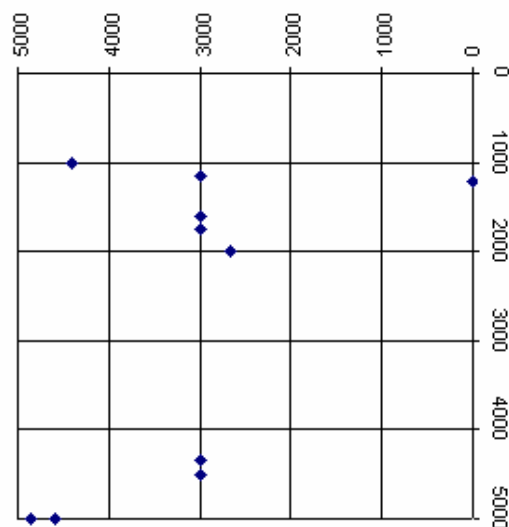
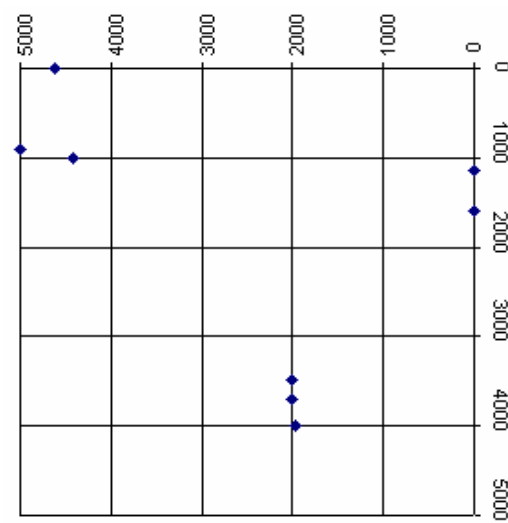
- RODRIGUES, V. M. & V. L. L. MACHADO. 1982. Vespídeos sociais: espécies do horto florestal “Navarro de Andrade” de Rio Claro, SP. **Naturalia**, 7: 173-175.
- ROSENBERG, M. S. 2001. **PASSAGE**. Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis. Version 1.0. Department of Biology, Arizona State University, Tempe, AZ. URL <passagesoftware.net >
- ROSEWELL, J.; B. SHORROCKS & K. EDWARDS. 1990. Competition on a divided and ephemeral resource: testing the assumptions. I. Aggregation. **J. Anim. Ecol.** 59: 977-1001.
- SILVA, S. S. 2004. Caracterização da estrutura de comunidade de vespas (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em duas áreas de Cerrado no Nordeste do Estado do Maranhão com diferentes graus de ação antrópica. **Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão**, 46 p.
- SILVEIRA, O.T. 2002. Surveying Neotropical Social Wasps. An Evaluation of Methods in the “Ferreira Penna” Research Station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, 42(12): 299-323.
- SILVEIRA, O. T., ESPOSITO, M. C., SANTOS Jr., J. N., GEMAQUE Jr., F. E. 2005. Social wasps and bees captured in carrion traps in a rainforest in Brazil. **Entomological Science** 8 (1): 33–39.
- SIOLI, H. 1951. Sobre a sedimentação na várzea do baixo Amazonas. **Bol. Téc. Inst. Agron. Norte** 24: 45-76.
- SIOLI, H. 1984. **The Amazon: Limnology and landscape ecology of mighty tropical river and its basin**. Dordrecht, Junk.
- SOKAL, R.R. 1979. Ecological parameters inferred from spatial autocorrelograms. P.167-196. In: PATIL, G. P. & ROSENZWEIG, M. L. (eds.). **Contemporary quantitative ecology and related econometrics**. International Cooperative Publishing House, Fairland.

- SOUZA, M. M. 2005. Levantamento de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) da Mata do Baú, Barroso, MG. Dissertação (**Mestrado em Zoologia - Comportamento e Ecologia Animal**). Universidade Federal de Juiz de Fora, 52 p.
- SOUZA, M. M. de & PREZOTO, F. 2006. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous Forest and Cerrado (Savanna) regions in Brazil. **Sociobiology** 47 (1): 135-147.
- SUDAM. 1984. **Atlas climatológico da Amazônia**. Ministério do Interior, Belém, Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, (Publicação n.39), 125p.
- TAYLOR, L.R. 1961. Aggregation, variance, and the mean. **Nature** 189: 732-735.
- TAYLOR, L. R.; WOIWOD, I. P. & PERRY, J. N. 1978. The density-dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. **J. Anim. Ecol.** 47: 383-406.
- WENZEL, J.W. 1998. A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae, Vespinae, Polistinae). **Am. Mus. Novitat.**, 3224: 1-39.

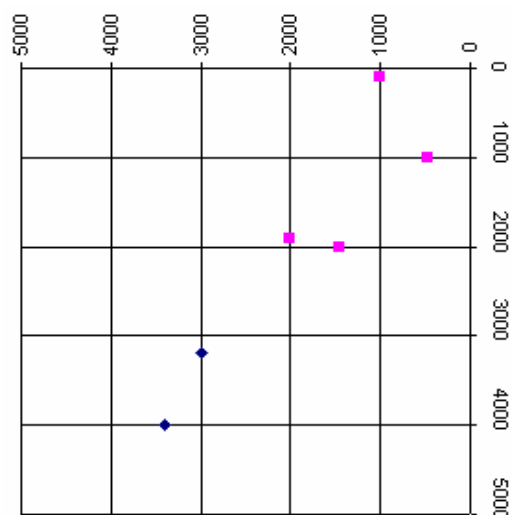
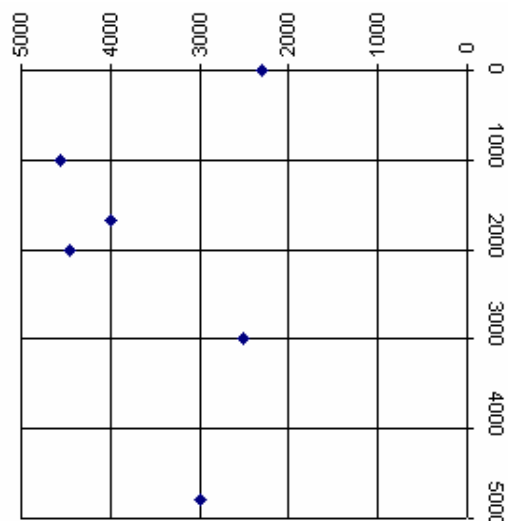
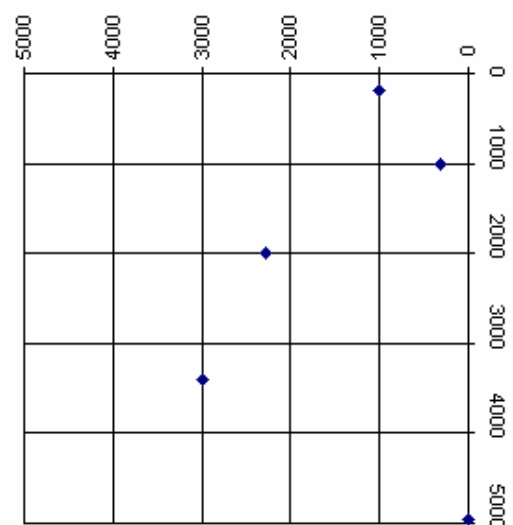
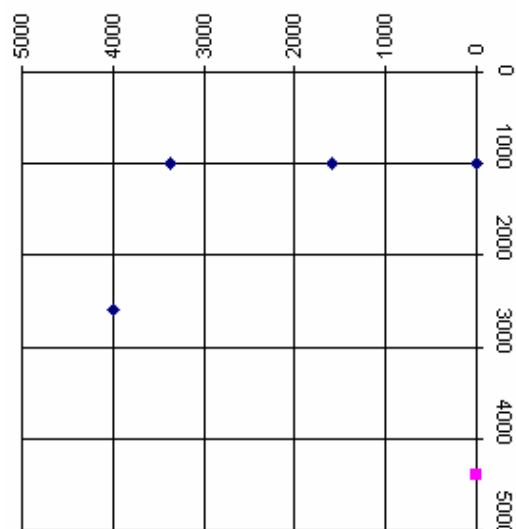
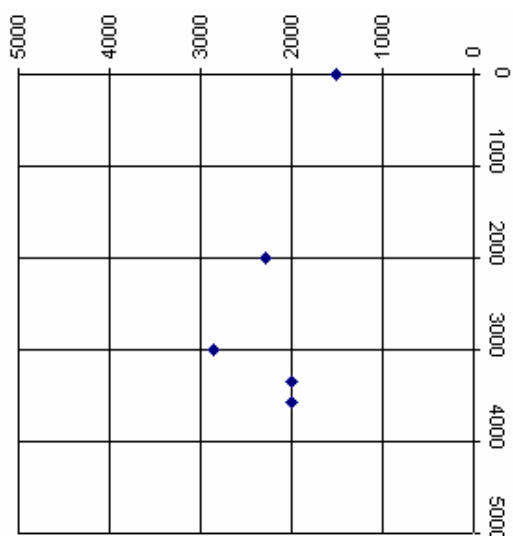
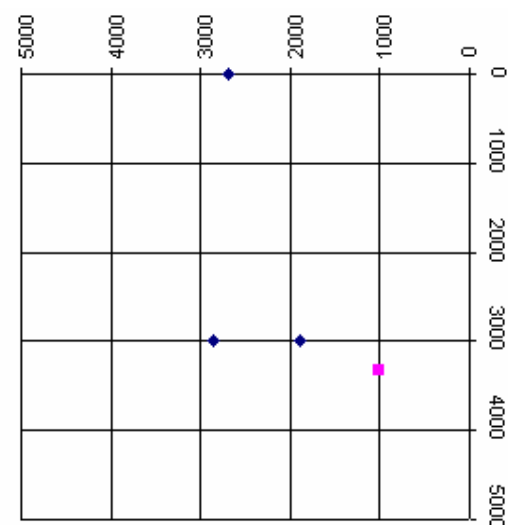
1. *Agelaia fulvofasciata*2. *Angiopolybia pallens*3. *Agelaia angulata*4. *Angiopolybia paraensis*5. *Agelaia pallipes*6. *Agelaia centralis*

Anexo A. Distribuição dos registros primários das espécies de vespas sociais na grade do PPBio, Caxiuanã, PA. Pontos azuis correspondem ao registro dos indivíduos em vôo e pontos de cor rosa ao registro das colônias.

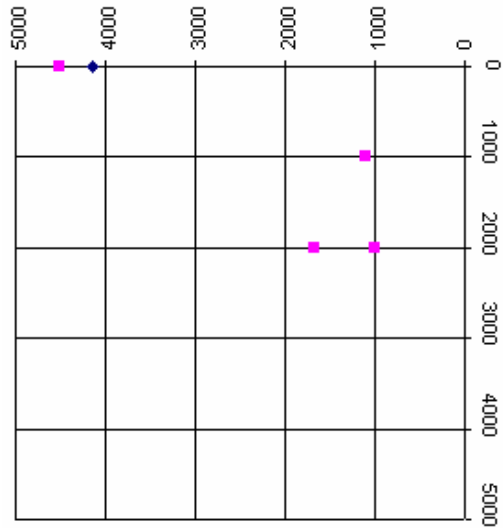
Continuação-Anexo A

7. *Agelaia testacea*8. *Agelaia myrmecophila*9. *Leipomeles dorsata*10. *Mischocyttarus lecointei*11. *Agelaia angulicollis*12. *Mischocyttarus carbonarius*

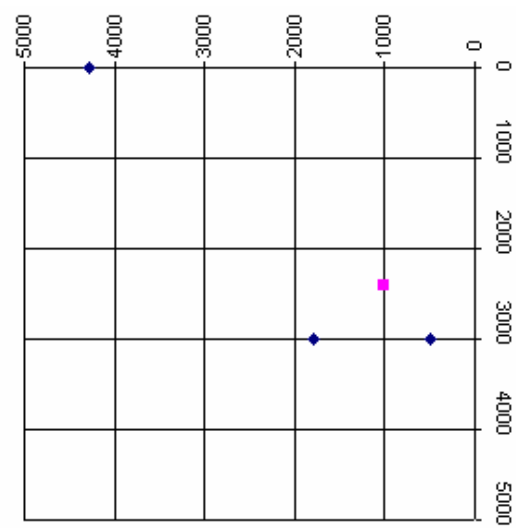
Continuação-Anexo A

13. *Polybia dimidiata*14. *Polybia catillifex*15. *Mischocyttarus sylvestris*16. *Mischocyttarus oecothrix*17. *Agelaia cajennensis*18. *Mischocyttarus* sp. 4 gr. *synoecus*

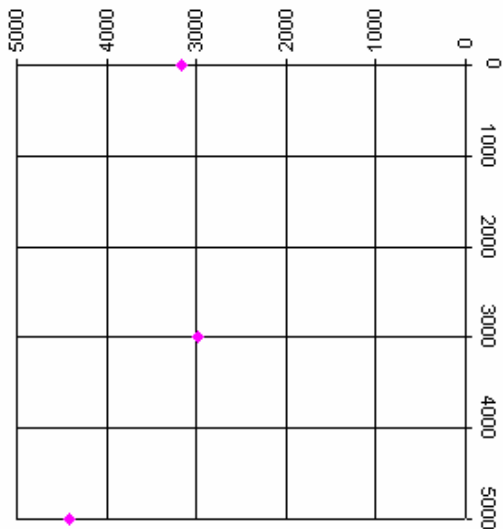
Continuação-Anexo A



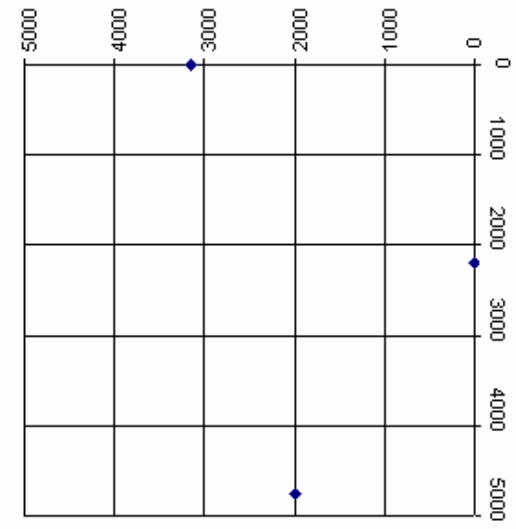
19. *Mischoctytarus* sp.8 gr. *mallaris*



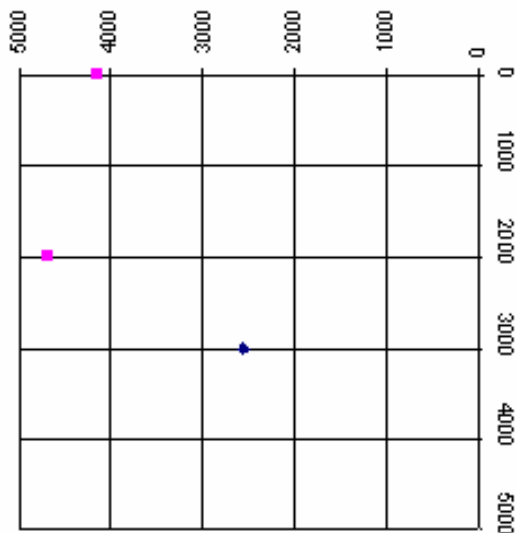
20. *Polybia* *gorytoides*



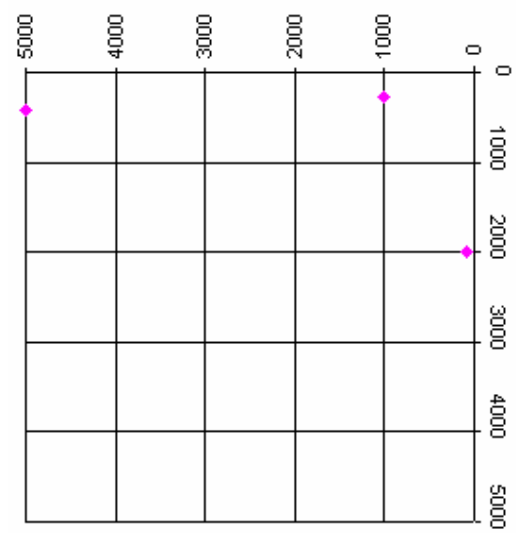
21. *Apoica* *pallens*



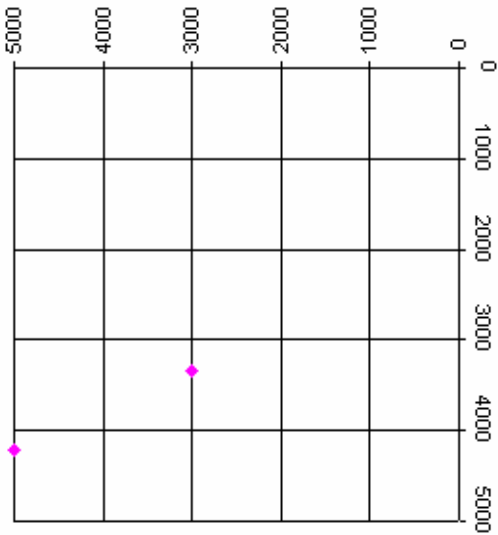
22. *Mischoctytarus* *duckei*



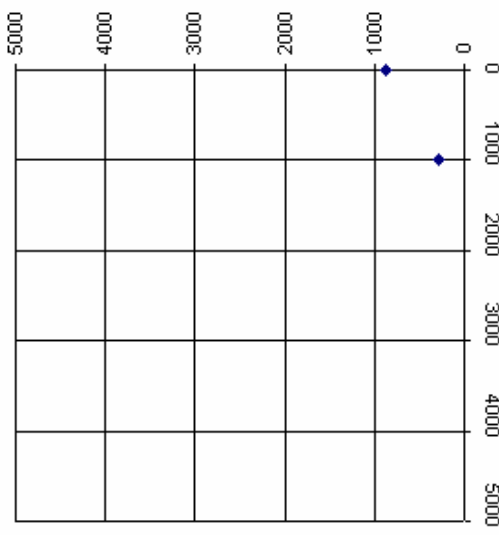
23. *Mischoctytarus* *collarellus*



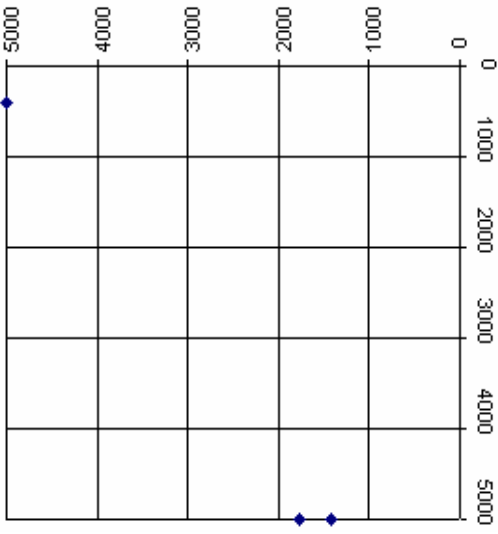
24. *Polybia* (Alpha) sp



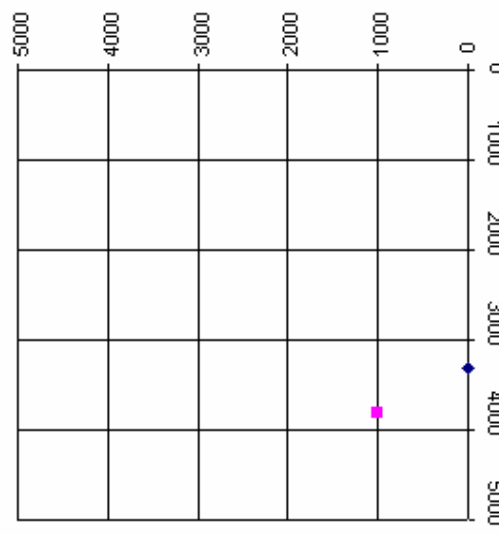
25. *Chartergellus communis*



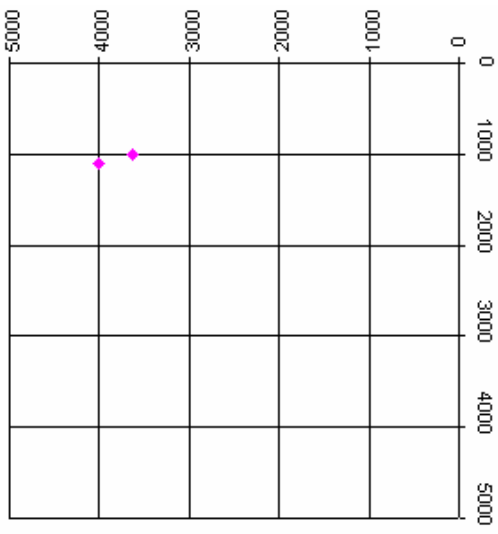
26-*Mischocyttarus* sp.1 gr. *artifex*



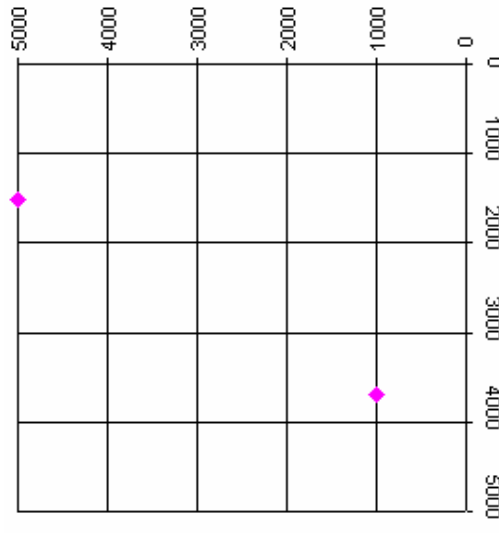
27-*Mischocyttarus flavicans*



28-*Mischocyttarus synoecus*

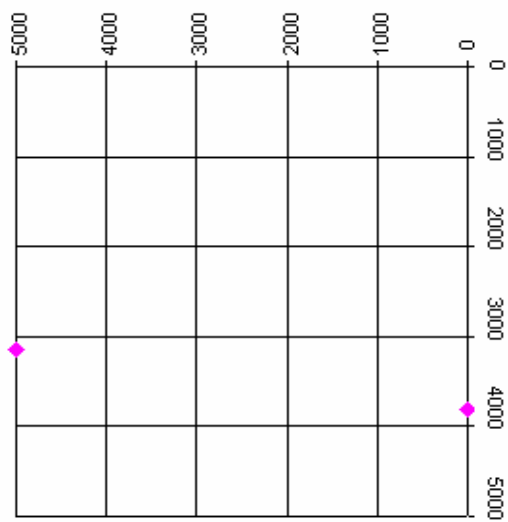


29-*Mischocyttarus metathoracicus*

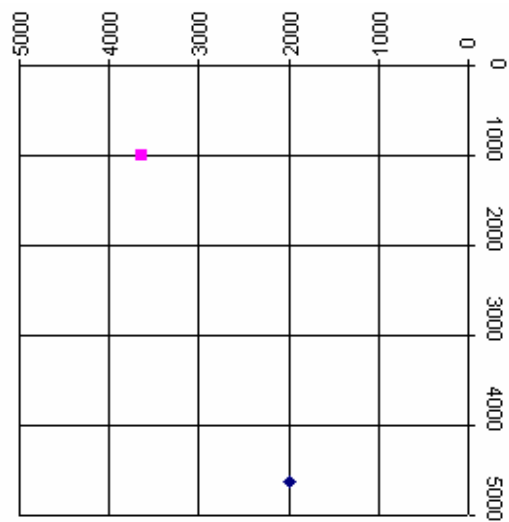


30-*Mischocyttarus* sp. 2 (*Megacanthopus*)

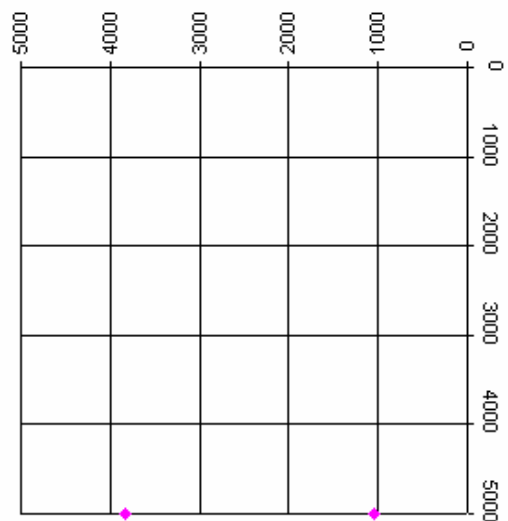
Continuação-Anexo A



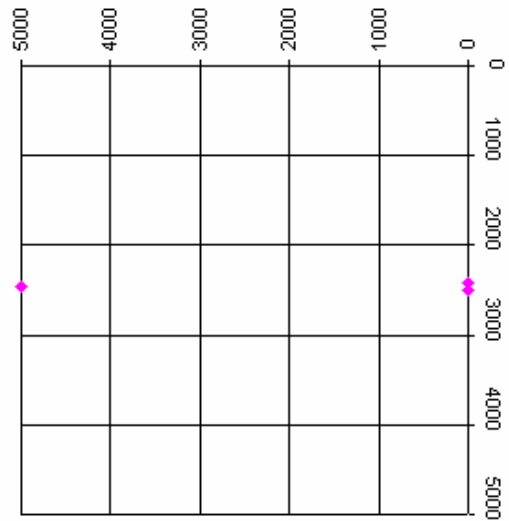
31- *Mischocyttarus vaqueroi*



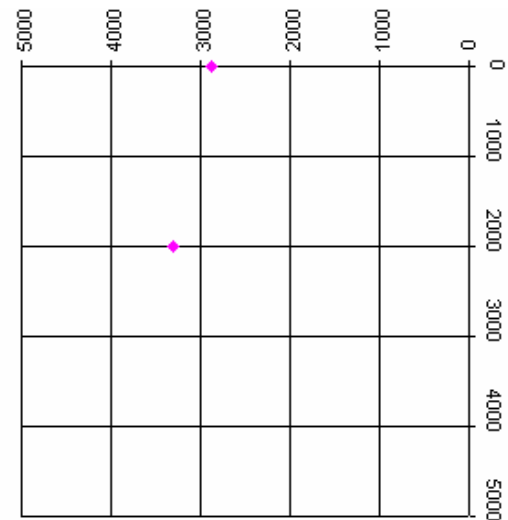
32-*Parachartergus fulgidipennis*



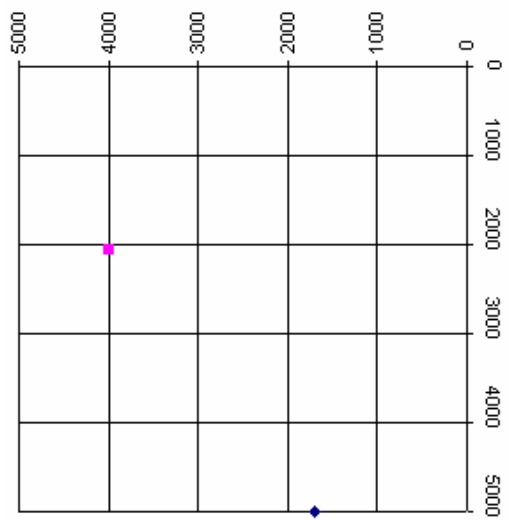
33-*Polybia belemensis*



34-*Polybia platycephala*

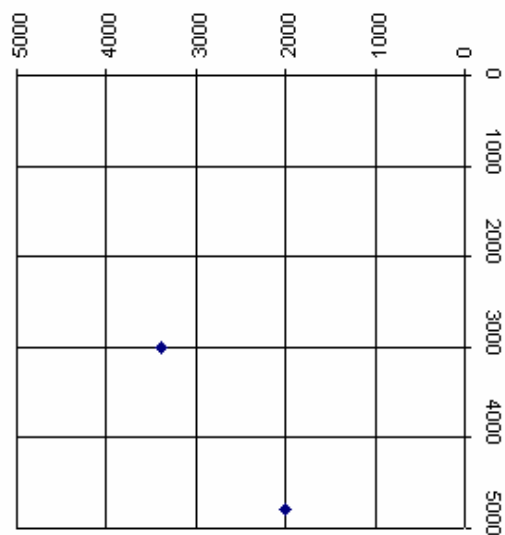
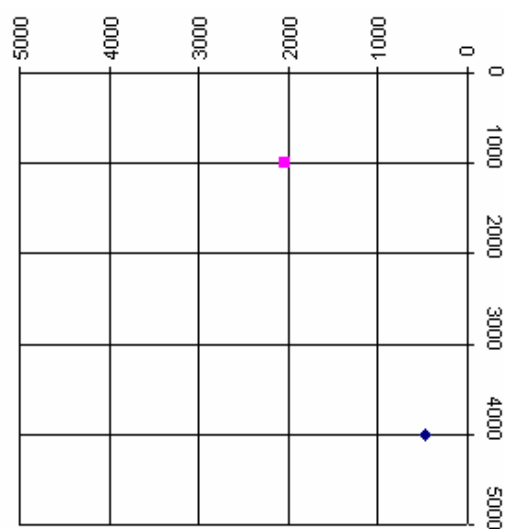
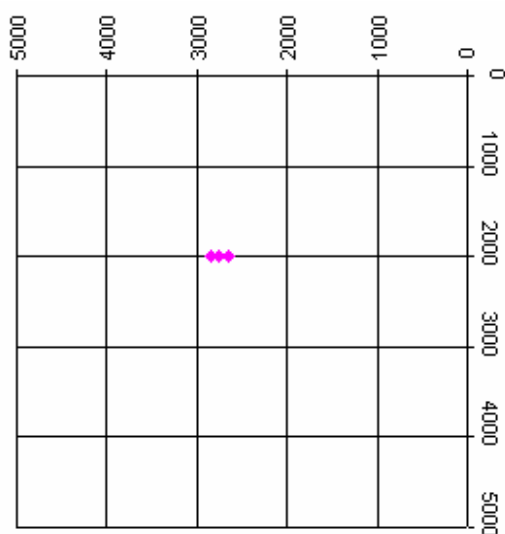
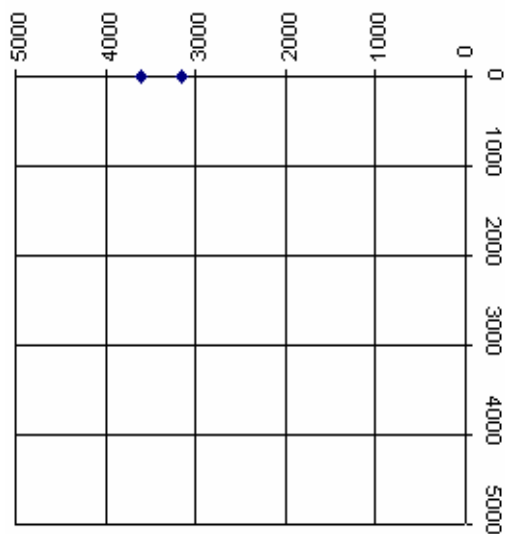


35-*Polybia brunnea*



36-*Polybia affinis*

Continuação-Anexo A

37-*Polybia micans*38-*Synoeca surinama*39-*Mischocyttarus adolphi*40-*Polybia singularis*