

**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA**

SUZANA MARIA KETELHUT

**Ecologia de comunidades de formigas (Hymenoptera:
Formicidae) na várzea da Ilha de Marchantaria -
município de Iranduba, Amazônia Central.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para obtenção do título Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Entomologia.

**MANAUS-AM
2004**

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

Ecologia de comunidades de formigas (Hymenoptera:Formicidae) na várzea da Ilha de Marchantaria - município de Iranduba, Amazônia Central.

SUZANA MARIA KETELHUT

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Joachim U. Adis

Dra. Ana Y. Harada & Dr. José Wellington de Moraes

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Entomologia

MANAUS-AM
2004

K43 - Ketelhut, Suzana Maria

Ecologia de comunidades de formigas (Hymenoptera:Formicidae) na várzea da Ilha de Marchantaria - município de Iranduba, Amazônia Central / Suzana Maria Ketelhut -2004

200 p : il

Tese (Doutorado) - 2004

1. Ecologia de comunidades 2. Florestas de várzea 3. Plantios 4. Métodos de amostragem 5. Padrões de diversidade

CDD19ª ed. 595.796405

Sinopse:

Foi realizada uma análise nos componentes de diversidade (riqueza de espécies, composição faunística, guildas) da comunidade de formigas em áreas de floresta de várzea e plantios de juta, malva e cinturões de canarana. As formigas foram intensivamente amostradas em inventários ecológicos realizados por pesquisadores do convênio INPA/Max-Planck no decorrer dos anos de 1981, 1982, 1985, 1986, 1987, 1988 e 1992, através de uma série de metodologias amostrais distintas. Foram encontradas 109 espécies de formigas, cujos hábitos alimentares e de nidificação notadamente generalistas favorecem sua permanência nestas áreas, sujeitas a constantes inundações periódicas.

Palavras-chave: Formicidae, várzeas, Amazônia Central, comunidades, diversidade de espécies, métodos amostrais.

DEDICATÓRIA

“O destino segue leis imutáveis, mas está ao alcance do homem modelar seu destino à medida que se coloca sob a influência de forças benéficas ou de destruição. O homem superior, desse modo, leva suas obras a um bom fim, sem se vangloriar do que foi realizado”.

Wilhelm

Aos meus familiares
Edu & Isa, Clau e Ro e Eduzinho;
Ao meu orientador
Dr. Joachim Adis

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Joachim U. Adis, por toda confiança, apoio, dedicação, força, orientação e sugestões desde o início deste trabalho. Mesmo distante maior parte do tempo, esteve presente em todas as etapas. Ao Dr. José Wellington de Moraes, pela co-orientação e mais ainda pela amizade tão importante durante este período;

A Dra. Ana Harada, também pela orientação e pelo auxílio na identificação de parte do material utilizado neste trabalho;

À toda equipe do Projeto INPA Max-Planck, coordenado pela Dra. Maria Teresa Fernandez Piedade, cujo apoio e amizade foram decisivos durante esta pesquisa; ao Dr. Wolfgang J. Junk, pelo apoio concedido através do Convênio INPA/Max-Planck, pelo auxílio durante minha estadia na Alemanha meus sinceros agradecimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, Capes (BR) e ao Deutscher Akademischer Austauschdienst / DAAD (DE), pela concessão da bolsa de pesquisa durante minha estadia no Brasil e na Alemanha (Doutorado Sandwich).

Aos membros do Conselho do Curso da Entomologia, em especial aos Drs. José Albertino Rafael e Rosaly Ale-Rocha, pelo apoio e paciência em esperar a conclusão desta tese e a Dra. Neusa Hamada, pelo auxílio enquanto coordenadora de curso.

Aos barqueiros do CPBA, pela força nas atividades de campo na Ilha de Marchantaria. Aos técnicos do projeto INPA/Max-Planck, em especial ao Wallace, por me ajudar no campo, empurrando canoa me desatolando na lama! Ao José Maria Vilhena, pela força na identificação do gênero *Pheidole*.

À EMBRAPA Amazônia Ocidental (Dr. M. Garcia) pelo envio de dados climáticos; Dr. H. Höfer, Dr. C. Martius, Dr. J. Adis e demais colaboradores do Projeto INPA/Max-Planck pela coleta e concessão das formigas utilizadas nesta pesquisa.

Durante minha estadia na Alemanha, algumas pessoas foram de extrema importância. Guardo com profundo carinho: Irmgaard e Bethania Adis, Berit

Hansen, Sabine Meier, Elke Bustorf, Stephanie Bartel, Matthias Zerm, Danielle Waldhoff, Daniela Brephol, Oliver Zompro, Lena Sivars e Claes Becker. Minha permanência em Plön não teria sido a mesma sem a presença de vocês.

Em especial agradeço a Nicolle, meu primeiro contato com o Brasil na Alemanha, por todos os momentos que passamos juntas, e por todos os que certamente virão;

Durante minha estadia em Manaus, várias pessoas tiveram papel fundamental em fases diferentes, e os momentos que foram vividos valeram muito: Netinha, Carlos Macchu Picchu (Papito), Carlos Rittl, Eduardo (Dadão), Auristela, Astrid, Cristiane, Florian, Maris, Jô, Sammya, Jochen, Ilse, Steve, Holger, Ingrid, Carol, Ju & Amanda; Carla, Dani, JuJu, Thiago, Milton, Natalie, Genimar, Ana Cíntia, Rubens Piedade, Thiago Izzo e Vivi, Fátima Vieira, Dri, e aqueles que não mencionei porém que estão em minha memória. Particularmente agradeço a força dada nos momentos finais pelo Fabrício Baccaro, que fez a parte mais crucial deste trabalho - organizar as referências bibliográficas. Foi essencial teu apoio, porque eu já estava mesmo sem gás...!

Aos Infames Irmãos Martins, em especial ao Fernando, pelos momentos bons e até por aqueles não tão bons assim, pois - segundo o pai do Calvin - ajudam a construir o caráter... E não é? São nestes momentos que percebemos que estamos vivos, que somos fortes, e que viemos ao mundo pra dar certo!

Leonard Cohen, em uma de suas músicas escreveu que: "there is a crack, there is a crack in everything - and is through the crack that the light gets in"... Assim, agradeço a ele também (e ao intermediário que me enviou), pois essa frase me deu toda motivação necessária para continuar na luta!

Ao "Major" que de tão distante sempre esteve a meu lado, semeando rosas em meu caminho, cultivando meu coração, me trazendo pra vida! Yes...*my spaceship knows which way to go (soon)*.



Cabeça vazia é a oficina do diabo....

*"...When the men on the chessboard
Get up and tell you where to go*

*And you've just had some kind of
mushroom, and your mind is moving
low.*

Go ask Alice, I think she'll know.

*When logic and proportion have fallen
softly dead and the White Knight is
talking backwards, and the Red Queen's
"off with her head!"*

*Remember what the dormouse said:
Feed your head. Feed your head. Feed
your head".*

(White rabbit, J. Airplane)

RESUMO

Os efeitos da dinâmica fluvial (e.g. pulso de inundação) nos ecossistemas da Ilha de Marchantaria (Manaus, AM, Brasil) nas comunidades de plantas e animais são bem conhecidos pela comunidade científica que tenta investigá-los. No caso de invertebrados aquáticos, como as formigas, a resposta usual aos efeitos da inundação é através de respostas fisiológicas ou estratégias comportamentais (e.g. migração). O objetivo principal deste trabalho foi avaliar os efeitos do pulso de inundação sobre as comunidades de formigas em diferentes ambientes na Ilha de Marchantaria (florestas de várzea, monoculturas, cinturões de gramíneas e áreas perturbadas) através de dados coletados entre os anos de 1981-1982; 1985-1986; 1987-1988 e 1992, por meio de metodologias de coleta distintas, em solo e sobre árvores. A dinâmica da comunidade de formigas foi estudada, com relatos na ecologia geral do grupo.

Palavras-Chave: Formicidae, Várzeas, Comunidades, Diversidade de espécies, Amazônia Central, Métodos amostrais.

ABSTRACT

The effects of fluvial dynamics (e.g. flood pulse) on the ecosystems from Marchantaria Island (Manaus, AM, Brazil) are well known for its plant and animal communities and the scientific community who intent to investigate it. In the case of non-aquatic invertebrates like the ants, the usual response against the effects of flooding is through physiological or behavioural strategies, (e.g. migration). The principal aim of this work was to evaluate the effects of the flood pulse on ant communities in different environments from Marchantaria Island (White water floodplain Forest or Várzea Forests, grass belts, monocultures and disturbed areas) with pre-collected data from 1981-1982; 1985-1986; 1987-1988 and 1992, through different soil and arboreal sampling methods. The dynamics of ant community occupation in this Island was studied, with reports on its general ecology.

Key-words: Formicidae, White water floodplains, Community, Species diversity, Central Amazon, Sampling methods.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xix
ANEXOS.....	xxii
1. INTRODUÇÃO	1
1.2. CONTEXTO TEÓRICO.....	5
1.2.1. <i>Adaptações e estratégias: mecanismos que explicam a diversidade de espécies?</i>	5
1.2.2. <i>Estratégias de sobrevivência em artrópodes de áreas inundáveis</i>	10
1.2.3. <i>As comunidades de formigas</i>	11
1.2.4. <i>Áreas inundáveis na Amazônia: o pulso de inundação e a vegetação</i>	16
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	21
2.1. <i>Hipóteses e Considerações</i>	22
3. ÁREA DE ESTUDO.....	24
3.1. <i>Aspectos gerais da Ilha de Marchantaria</i>	24
3.2. <i>Dados climatológicos da área</i>	26
3.3. <i>Caracterização dos sítios amostrais</i>	30
3.3.1. <i>Florestas de Várzea</i>	31

3.3.1.1. Lago do Camaleão.....	31
3.3.1.2. Lago Central.....	32
3.3.1.3. Plantios e Gramíneas.....	32
4. MÉTODOS EMPREGADOS.....	37
4.1. Amostragem das formigas sobre o solo.....	37
4.2. Amostragens das formigas nas árvores.....	46
5. AMOSTRAGEM DA FAUNA DE FORMIGAS.....	51
5.1. Floresta de Várzea no Lago do Camaleão, Canarana, Plantios de Juta e Malva, e Área desmatada - Adis, 1981-1982; 1984-1985, 1992.....	52
5.2. Floresta de várzea do Lago Central - Hubert Höfer, 1987-1988.....	53
6. ANÁLISE DE DADOS.....	55
6.1. Descrição das análises.....	55
6.2. Diversidade Alfa.....	56
6.3. Diversidade Beta.....	57
6.4. Dominância na comunidade.....	58
7. RESULTADOS.....	61
7.1. Formigas da Ilha de Marchantaria (Amazonas, Brasil): Riqueza de espécies e notas sobre a estrutura de comunidades em ambientes de uma área inundável.....	61
Resumo.....	61
Introdução.....	62
Material e Métodos.....	65
Resultados.....	70
Discussão.....	86

7.2. <i>A fauna de formigas em copas - padrões de diversidade em espécies arbóreas em uma área de várzea</i>	96
Resumo.....	96
Introdução.....	97
Material e Métodos.....	98
Resultados.....	102
Discussão.....	112
7.3. <i>Formigas em árvores e no solo de florestas de várzea - composição, diversidade e densidade de atividade</i>	119
Resumo.....	119
Introdução.....	120
Material e Métodos.....	122
Resultados.....	128
Discussão.....	143
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	152
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156



LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO

Figura 1 - Representação das Zonas de Transição Aquático/Terrestre (ATTZ) (Fonte: www.mpil-ploen.mpg.de/mpiltalg.htm).....7

Figura 2 - Comparação entre abundância de formigas e outros grupos de artrópodes em dois ambientes de várzea na Amazônia Central (floresta e gramínea *Echinochloa polystachia* - canarana em várzea) e uma área de floresta de terra firme (conforme Adis 1987, 1997). Coleoptera ad - adultos; coleoptera lv - larvas.....13

3. ÁREA DE ESTUDO

Figura 3. Localização da Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, ressaltando os rios e lagos principais que compõem a paisagem local (Fonte: INPE, 1994).....25

Figura 4a - Precipitação pluviométrica (mm) - Iranduba e variação no nível do Rio Negro - Manaus em relação ao nível do mar (m) no período de 1980 a 1989 (conforme Embrapa Amazônia Ocidental, Portobrás - Capitania dos Portos de Manaus, AM.).....28

Figura 4b - Precipitação pluviométrica (mm) - Iranduba e variação no nível do Rio Negro - Manaus em relação ao nível do mar (m) no período de 1990 a 1999 (conforme Embrapa Amazônia Ocidental, Portobrás - Capitania dos Portos de Manaus, AM.).....29

Figura 5 - Canarana - *Echinochloa polystachia*. Vista geral de um agrupamento (a) e da planta em flor (b) (conforme Ketelhut e Conserva).....33

Figura 6 - Malva - *Urena lobata* L. - Malvaceae. Aspectos gerais da planta (conforme www.hear.ogr e www.anbg.gov.au).....34

Figura 7. Juta - *Corchorus capsularis* - Tiliaceae. Aspecto geral da planta (conforme aildoux.tripod.com e www.life.uiuc.edu).....36

4. MÉTODOS

Figura 8 - Coleta de discos de solo utilizando sonda de metal. À direita vista do balde onde os discos de solo são acondicionados.....38

Figura 9 - Aparelho para extração da fauna de solo do tipo Kempson/Mc-Fadyen. Detalhes do extrator em (a): compartimento lateral (A), ventilador com entrada de ar (B), saída de ar (C), regulador de temperatura (D), portas (E), entrada de água (F), entrada e saída de água (G), recipiente com água - banho (H), câmara de extração (I), abertura de ar para controle de umidade (J), bandeja para suporte das amostras (K), fluxo superior da água (L), e drenagem da água (M). À direita em (b), detalhes do recipiente para as amostras: cobertura (a), recipiente (b), tela de algodão (c), tela de plástico (d), suporte do balde (k), agente preservativo (e), água (H). À esquerda, esquema geral do sistema do extrator (conforme Adis, 1987).....41

Figura 10 - Fotoelector de solo, mostrando os detalhes da armadilha. Vista geral do aparelho (a), frasco coletor contendo ácido pícrico como líquido preservativo/mortífero (b), detalhe de um zíper (c) existente no tecido da armadilha para facilitar a retirada das armadilhas do tipo pitfall instaladas no interior do elector (d) (conforme Adis, 2002).....43

Figura 11 - Armadilhas do tipo pitfall, ou Barber-traps. Detalhes da armadilha (a -d) (conforme Adis, 2002).....	45
Figura 12 - Armadilhas pitfall circular com e sem árvore artificial (Ringbodenfalle) (conforme Adis, 2002).....	46
Figura 13 - Fotoelector de árvores, para captura de artrópodes migrando verticalmente para baixo. Detalhes da armadilha.....	48
Figura 14 - Fotoelector de árvores modificado, para captura de artrópodes em migração vertical para cima. A - frasco coletor, B - funil de tecido, C a E - armadilha pitfall para recapturar artrópodes em caso de fuga (de Adis, 2002).....	48
Figura 15- Detalhes dos frascos coletores dos fotoelectores de árvores. Frasco coletor “para cima” em (a) e “para baixo” em (b) (de Adis, 2002).....	49
Figura 16 - Nebulização de copa. Detalhes da montagem e disposição dos funis, e da Nebulização (de Adis, 2002).....	51

7. RESULTADOS

7.1. Formigas da Ilha de Marchantaria (Amazonas, Brasil): Riqueza de espécies e notas na estrutura de comunidades em uma área inundável

Figura 1. Variação pluviométrica, flutuação do nível do rio, duração do regime hidrológico e das estações durante os anos de 1981 e 1982.....	67
Figura 2. Composição da fauna de formigas amostradas em solo, discriminadas em nível de subfamília, em 5 sítios amostrais na Ilha de Marchantaria, AM.....	70

Figura 3a - Caracterização quanto ao hábito de nidificação da fauna de formigas amostradas através de metodologias de solo em cinco sítios na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. L - Liteira, L/A - Liteira ou Arbórea, L/S - Liteira ou Solo, S/A - Solos ou Árvores.....	73
Figura 3b. Caracterização quanto ao hábito alimentar da fauna de formigas amostradas através de metodologias de solo em cinco sítios na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. S/O - saprófago ou onívoro.....	74
Figura 3c. Caracterização quanto aos grupos funcionais de formigas encontrados nos cinco sítios estudados na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. DD - Dolichoderinae dominante, PE/PP - Ponerinae Especializado/Predador, ECT - Grupos especialistas de Climas Tropicais, O/DD Oportunista/Dolichoderinae dominante, MG - Myrmicinae generalista.....	75
Figura 4. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas em cinco sítios localizados na Ilha de Marchantaria, AM.....	79
Figura 5a. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas presentes em Floresta de várzea durante 9 meses de amostragem, coletadas por meio de Fotoelectores de Solo (n. amostras = 24)....	80
Figura 5b. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas presentes em Floresta de várzea durante 5 meses de amostragem, coletadas por meio de Extração de Solo (n. amostras= 48).....	80
Figura 5c. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas presentes em Floresta de várzea durante 7 meses de amostragem, coletadas por meio de armadilhas Pitfall (n. amostras= 45).....	81

Figura 6a. Acumulação de espécies em cinco sítios na Ilha de Marchantaria, AM. Coletas realizadas com extração de solo (Kempson).....	82
Figura 6b. Curvas de rarefação de espécies amostradas em cinco sítios na Ilha de Marchantaria, AM, em função da densidade (número de indivíduos/espécie/sítio) - Coletas realizadas com extração de solo (Kempson).....	83
Figura 7. Variações no número de indivíduos amostrados em um sítio de Floresta de Várzea na Ilha de Marchantaria, capturados através de armadilhas Pitfall durante a fase emersa em 1981 e 1982. NI = Número de Indivíduos.....	84

7.2. A fauna de formigas em copas - padrões de diversidade em espécies arbóreas em uma área de várzea.

Figura 1 - Precipitação mensal total e flutuação do nível do Rio Negro durante os anos de 1991 e 1992. Dados de precipitação fornecidos pela estação climatológica do Caldeirão, município de Iranduba, AM (Embrapa).....	99
Figura 2. Composição das subfamílias de formigas amostradas em um evento de fumigação de copa (pyrethrum pale 1%) em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, Lago do Camaleão.....	103
Figura 3. Comparação entre o número de gêneros e número de espécies amostradas em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, Lago do Camaleão. Número de indivíduos é equivalente à densidade de atividade de formigas/árvore.....	104

Figura 4. Proporção de castas de formigas amostradas em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, Lago do Camaleão. Número de indivíduos é equivalente à densidade de atividade de formigas/árvore.....	105
Figura 5a. Caracterização quanto ao hábito de nidificação da fauna de formigas amostradas em cinco espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, através de fumigação. A - Arborícola, L - Liteira, L/A - Liteira ou Arborícola, L/S - Liteira ou Solo, S/A - Solos ou Árvores.....	106
Figura 5b. Caracterização quanto ao hábito alimentar da fauna de formigas amostradas em cinco espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, através de fumigação. O - Onívoro, P/N - Pólen/Néctar, P - Predador, S/O - Saprófago/Onívoro, S - Saprófago.....	107
Figura 5c. Caracterização da fauna de formigas quanto ao grupo funcional. DD - Dolichoderinae dominante, MG - Myrmicinae generalista, ECT - Especialista em Clima tropical, PP - Ponerinae especializado.....	107
Figura 6. Curvas de Dominância - Diversidade de formigas coletadas em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, através de fumigação de copas.....	108
Figura 7. Comparação entre as curvas de acumulação calculadas para quatro espécies arbóreas em uma floresta de várzea na Ilha de Marchantaria, AM. ES (n): número esperado de espécies; n: número de indivíduos observados.....	110
Figura 8. Comparação entre as curvas de acumulação geradas com base no número de amostras efetuadas em quatro espécies arbóreas em uma floresta de várzea na Ilha de Marchantaria, AM.....	111

7.3. *Formigas em árvores e no solo de floresta de várzea - composição, diversidade e densidade de atividade.*

Figura 1. Variação climática e hidrológica entre o período de Junho de 1987 a Junho de 1988 e número de indivíduos de formigas capturadas (NI) por mês (todos os métodos agrupados) durante o período de estudo na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM. Dados de precipitação e variação fluvial obtidos respectivamente na estação climática do Caldeirão, Embrapa - CPAA e Capitania dos Portos de Manaus, AM.....124

Figura 2. Subfamílias de Formicidae capturadas através de armadilha de solo (pitfall e fotoelector) em duas florestas de várzea na Ilha de Marchantaria, AM.....129

Figura 3. Subfamílias de Formicidae capturadas através fotoelectores de árvores em duas florestas de várzea na Ilha de Marchantaria, AM.....131

Figura 4a. Caracterização quanto ao hábito de nidificação da fauna de formigas capturadas na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. A - Arborícola, L - Liteira, L/A - Liteira ou Arborícola, L/S - Liteira ou Solo, S/A - Solos e Árvores.....132

Figura 4b. Caracterização quanto ao hábito alimentar da fauna de formigas capturadas em uma floresta de várzea no Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, através de fumigação. O - Onívoro, S/O - Saprófago/Onívoro.....133

Figura 4c. Caracterização da fauna de formigas quanto ao grupo funcional. DD - Dolichoderinae Dominante, MG - Myrmicinae Generalista, ECT - Especialista em

Clima tropical, PE - Predador Especializado, PP - Ponerinae predador, O - Oportunista.....	133
Figura 5. Atividade de formigas, número de espécies (NS) e número de gêneros (NG) capturados na floresta de várzea do Lago Central através de uma armadilha pitfall circular (RKB) (Início da cheia indicado pela seta).....	134
Figura 6. Número de espécies (NSP) e gêneros (NG) capturados através de um fotoelector de árvore instalado em <i>Pseudobombax munguba</i> (a) e densidade de atividade (Log 10 NI) de formigas migrando para cima (b) (Início da cheia indicado pela seta).....	135
Figura 7. Número de espécies (NSP) e gêneros (NG) capturados através de um fotoelector de árvore instalado em uma árvore artificial - KB (a) e densidade de atividade (Log 10 NI) de formigas migrando para cima (b) (Início da cheia indicado pela seta).....	136
Figura 8. Número de espécies (NSP) e gêneros (NG) de formigas (a) capturadas através de fotoelectores de solo dispostos em uma floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, e densidade de atividade de formigas durante o período de amostragem (b).....	137
Figura 9. Agrupamento das metodologias quanto a semelhança na composição da fauna de formigas, de acordo com a matriz de dissimilaridade de Bray- Curtis. KB - Árvore artificial, NB- <i>Pseudobombax munguba</i> , FA - Fotoelectores de árvores; BPE - Fotoelector de Solo, FT - Fotoelectores; RKB - Pitfall Circular.....	138
Figura 10. Curvas de dominância - diversidade de formigas amostradas em uma área de floresta de várzea, situada no Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM,	

através de 3 metodologias distintas. KB - Árvore artificial, NB - *Pseudobombax munguba*.....140

Figura 11. Curvas de acumulação de espécies em função do número de indivíduos capturados por método de coleta empregado em uma floresta de várzea situada no Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM.....143



LISTA DE TABELAS

4. MÉTODOS

Tabela 1 - Temperatura de extração de artrópodes de solo através do método de Kempson (conforme Adis, 1987).....	39
--	----

7 RESULTADOS

7.1. Formigas da Ilha de Marchantaria (Amazonas, Brasil): Riqueza de espécies e notas na estrutura de comunidades em uma área inundável

Tabela 1. Esforço de captura de formigas através de amostras de solo na Ilha de Marchantaria.....	66
---	----

Tabela 2. Gêneros e respectiva contribuição em número de espécies e número de indivíduos amostrados em 5 sítios diferentes por meio de metodologias de solo na Ilha de Marchantaria, AM.....	72
--	----

Tabela 3a. Matriz de Similaridade de Jaccard, entre os sítios amostrados. Todos os métodos agrupados.....	76
---	----

Tabela 3b. Matriz de Similaridade de Jaccard entre os sítios amostrados. Amostras extraídas através do método de Kempson.....	77
---	----

Tabela 4. Índices de diversidade calculados para amostras de solo através de extração com Kempson.....	78
--	----

Tabela 5. Resultados da estimativa de diversidade (observada e esperada) para cinco sítios localizados na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil.....	85
---	----

7.2. A fauna de formigas em copas - padrões de diversidade em espécies arbóreas em uma área de várzea.

Tabela 1. Características das espécies de árvores de várzea amostradas através de fumigação de copa (adaptado de Worbes, 1997; Worbes et. al., 1992 e Schoengart et. al., 2002).....100

Tabela 2. Parâmetros de riqueza e diversidade de formigas amostradas em copas de árvores na Ilha de Marchantaria.....109

Tabela 3. Comparação entre os valores de riqueza estimada através de protocolos de extrapolação calculados para comunidade de formigas capturadas em quatro espécies arbóreas na floresta de várzea da Ilha de Marchantaria, AM.....112

Tabela 4. Comparação entre estudos realizados com comunidades de formigas amostradas em áreas tropicais através da técnica de fumigação de copas.....113

7.3. Formigas em árvores e no solo de floresta de várzea - composição, diversidade e densidade de atividade.

Tabela 1. Resumo das atividades de coleta de formigas na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM.....123

Tabela 2. Resultados das análises de diversidade e estimativas de riqueza através de extrapolação, calculadas para a comunidade de formigas da floresta de várzea do Lago Central, Ilha da Marchantaria, AM.....141

Tabela 3. Gêneros e espécies (morfotipos) de formigas capturadas na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, Brasil através de três metodologias.....148



ANEXOS

ANEXO I. Listagem de gêneros, espécies e morfotipos capturados através de nebulização de copa em quatro espécies arbóreas localizadas na floresta de várzea da Ilha de Marchantaria, AM.....	184
ANEXO II. Número total de formigas capturadas na Ilha de Marchantaria - Floresta de várzea do Lago do Camaleão, plantios e áreas alteradas, através de metodologias de solo, agrupadas quanto ao hábito alimentar, hábito de nidificação e grupo funcional.....	190
ANEXO III. Lista dos gêneros de formigas encontradas na ilha de Marchantaria, AM, Brasil, e sua caracterização quanto ao hábito de nidificação, hábito alimentar e grupo funcional.....	192

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é, sem dúvida, um ambiente de revelação, fisionômica e geneticamente ímpar, esteticamente abstrata e historicamente complexa. A Bacia Amazônica é ladeada nas porções Oeste e Sudoeste pela cordilheira dos Andes, ao norte pelo Escudo da Guiana e ao Sul pelo Planalto Central. A maior parte dos rios e tributários que compõem a Bacia Amazônica tem origem nestas regiões (Sioli, 1984). Ela possui uma área em torno de 5.000.000 km² e cerca de 75% desta é coberta por floresta tropical pluvial, sendo os 25% restantes formados por outros tipos de vegetação, como as campinas e campinaranas, que se assemelham às áreas de cerrado e as florestas inundáveis (Pires, 1973; Prance, 1978; Braga, 1978). Dentre as florestas inundáveis, as várzeas Amazônicas, que são aquelas áreas inundadas periodicamente por rios de água "branca" (Prance, 1979), apresentam diferenças entre períodos e intensidade das inundações, na estrutura do solo e na vegetação. Isto confere a estes locais uma série de habitats distintos em escalas menores, os quais apresentarão componentes tanto do sistema fluvial principal, como das áreas alagáveis adjacentes (Junk et al., 1989).

As variações no fluxo de inundações (pulso de inundação) de grandes rios são geralmente previsíveis, isto é, ocorrem dentro de um limite esperado, favorecendo o desenvolvimento de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais tanto nos organismos terrestres como nos aquáticos, possibilitando a colonização de zonas de transição aquático/terrestre pelos mesmos (Junk *et al.*, 1989; Junk, 1997). Como tais zonas de transição têm fases aquática e terrestre distintas, existe uma forte pressão seletiva sobre os organismos vulneráveis para que os mesmos possam colonizar e sobreviver nestas áreas. Igualmente para aqueles organismos

tipicamente de áreas não alagáveis (terra firme) os quais também podem se adaptar a explorar tais áreas de transição durante os períodos de maior vazante (Junk *et al.*, 1989). Estes fatores associados determinam e regulam os padrões das comunidades locais, como a fenologia, a migração, o período reprodutivo e o crescimento (Campos *et al.*, 1996).

Diversas adaptações devido ao pulso de inundação são observadas nas comunidades de invertebrados terrestres nas várzeas Amazônicas, entre elas a migração, a dormência e até mesmo espécies capazes de desempenhar atividades sob a água (Irmler, 1981; Adis, 1992, Adis & Junk, 2002).

A fauna de invertebrados terrestres das planícies inundáveis da Amazônia Central é composta principalmente por espécies terrícolas ou arborícolas, e dentre elas, as formigas ocupam uma posição de destaque (Adis, 1981; 1987; 1988; 1997; Adis *et al.*, 1997, Harada & Adis, 1997; 1998). Pesquisas sobre como as variáveis ambientais (e.g. sazonalidade) e o período de inundação (i.e. alternância entre fases aquática e terrestre) influenciam a comunidade de formigas, podem auxiliar na compreensão das conseqüências biológicas do pulso de inundação em grupos mega diversos, uma vez que estes grupos podem apresentar adaptações diferentes para colonizar e sobreviver nestes locais (Platnick, 1999).

Foster *et al.* (1990) relata que algumas espécies respondem de forma diferente e até mesmo individualmente às mudanças que ocorrem no tempo e espaço. A natureza individualista desta resposta implica que as comunidades são relativamente abertas, e que assembléias aparentemente bem definidas quanto à sua composição e diversidade, podem ser transitórias. Uma consideração importante deste aspecto em relação à organização de comunidades é a

estabilidade relativa de sua composição em função do tempo. Assim, estudos que avaliem perspectivas temporais prolongadas podem esclarecer os fatores que controlam as mudanças na comunidade, incluindo aquelas advindas de fatores climáticos, perturbações naturais, como o pulso de inundação, e atividades humanas (Foster *et al.*, 1990).

Existem três motivos para investigar os efeitos do pulso de inundação sobre os padrões de diversidade e distribuição de espécies de formigas:

1) Compreender como as variações ecológicas na comunidade de formigas em florestas de várzea são causadas pela alternância entre cheia/vazante, e como esta variação pode auxiliar na investigação de algumas conseqüências biológicas causadas na fauna de invertebrados devido a mudanças drásticas nestes ecossistemas (e.g. Ocorreu alguma extinção ou invasão por espécies exóticas? Existem espécies arbóreas com as quais formigas possuem forte associação, cuja retirada pode causar alterações à comunidade?).

2) Compreender em que magnitude a inundação cria um mosaico de microecossistemas diferentes onde determinadas espécies de formigas podem se adaptar e sobreviver melhor do que outras. Assim, através da presença de espécies de formigas dominantes, oportunistas ou com características peculiares a ambientes diferenciados, caracterizar algumas planícies de inundação através de seus componentes bióticos (e.g. uma espécie de árvore que abriga uma relação específica com algum grupo de formigas, ou um ambiente alterado que apresenta espécies dominantes que não ocorrem em áreas ainda florestadas).

3) Compreender a dinâmica de comunidades ricas em espécies, qual a sua habilidade para colonizar ambientes diferentes e “imprevisíveis”. Existe um reflexo

das estratégias utilizadas por algumas espécies de formigas em seus padrões comportamentais?

As respostas a estas questões fornecerão algumas explicações sobre a história evolutiva de comunidades de formigas em áreas alagáveis e quais podem ser as conseqüências futuras causadas por atividades antrópicas nestas áreas.

Esta pesquisa teve como objetivo preliminar, descrever a comunidade de formigas em uma área de várzea sujeita à inundação periódica, localizadas em uma ilha no Rio Solimões. Vários anos de estudo foram desenvolvidos em diferentes sítios amostrais (incluindo áreas alteradas) presentes na ilha, e através de métodos de captura variados, uma vez que o material avaliado é proveniente de mais de um autor/coletor. Foram avaliados os padrões de dominância e diversidade de espécies em função do sítio amostral, do local de amostragem (vegeta o e solo), do método de captura, da época (enchente e vazante), e da estação (precipita o), com o intuito de observar: 1) quais estratégias são empregadas pelas formigas; 2) quais grupos de formigas expressam condições adaptadas para sobreviver ao longo do tempo em áreas de várzea; 3) quais espécies ocupam espaç s delimitados na área ao longo do tempo (solo/vegeta o) e 4) quais fatores (clima, inundação, sítio) proporcionam maior efeito na composição da comunidade de formigas. O material deste estudo foi coletado durante a década de 80 por ADIS e H FER, e colaboradores. Outras coletas, como em copa de árvores, realizada por ADIS e colaboradores em 1992 foram adicionadas a este estudo como forma de avaliar também os padrões de diversidade de espécies de formigas associadas a quatro espécies arbóreas comuns em áreas de várzea.

1.2. CONTEXTO TEÓRICO

1.2.1 Adaptações e estratégias: mecanismos que explicam a diversidade de espécies?

A alta diversidade e riqueza de espécies em florestas tropicais, além dos mecanismos e condições responsáveis pela sua manutenção e estabilidade, há muito tem despertado o interesse de diversos pesquisadores (e.g. Fittkau & Klinge, 1973; Erwin, 1982, 1988; Adis, 1988; Ashton, 1989; Erlich & Wilson, 1991; Terborgh, 1992; Morais, 1995, Adis 2001; 2002a, b). Em áreas inundáveis estes mecanismos podem ser mais intrincados ainda, devido à alta complexidade de relações bióticas/abióticas existentes. Uma das contribuições para compreender estes mecanismos foi dada, por exemplo, por MacArthur & Wilson (1963), através da teoria de biogeografia de ilhas. O termo ilha, devido à sua gênese, multiplicidade de formas, tamanhos, graus de isolamento, posição geográfica e ecologia, passou a ser empregado para dimensionar um habitat de acordo com a comunidade, ou com a espécie estudada (Morrison, 1998). Uma ilha pode ser tradicionalmente oceânica ou paisagens continentais que apresentam natureza insular, como um fragmento isolado de floresta, cultivo, e, dependendo do organismo estudado, até mesmo uma árvore. Assim em termos genéricos, algumas “ilhas” fornecem os requisitos principais para o desenvolvimento de experimentos onde diversas hipóteses podem ser testadas - dentre elas, de que forma os padrões de diversidade das comunidades em áreas sujeitas a inundações, sejam elas sazonais ou não, se mantêm ao longo do tempo.

Outro mecanismo que pode explicar a manutenção da diversidade se fundamenta na relação causal entre diversidade e produtividade /heterogeneidade do sistema (Putman, 1994), a qual pode ser evidenciada em estudos com comunidades. MacArthur (1965, 1972) relata que quanto mais complexo um ambiente, mais estritamente seus recursos são distribuídos no espaço e maior a riqueza de sua flora e fauna. Entretanto, outros modelos sugerem que a diversidade aumenta quando a produtividade é baixa e vice-versa (Grime, 1979; Rosenzweig & Abramsky, 1993).

No caso das áreas inundáveis, a produtividade depende primariamente da quantidade de nutrientes na água, dos sedimentos, do clima e do pulso de inundação (Junk et al., 1989). Várzeas e igapós são descritos como ecossistemas de interface, uma vez que se situam entre ambientes terrestres e aquáticos (ou Zonas de Transição Aquático Terrestre "ATTZ", e.g. Junk et al., 1989) compartilhando suas características e também desenvolvendo componentes únicos (Figura 1). Estas zonas são compostas por um mosaico de habitats diferentes que mudam em função do tempo e da escala de estudo, e a sua grande heterogeneidade é causada pelos componentes abióticos (e.g. amplitude, frequência, previsibilidade e fonte das inundações, altura dos habitats), bióticos (vegetação e fauna) e suas interações (Junk, 2000).

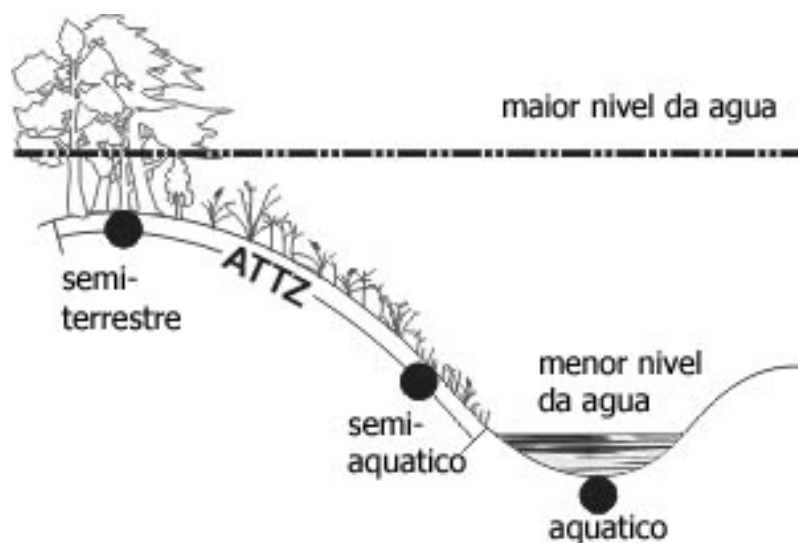


Figura 1 - Representação das Zonas de Transição Aquático/Terrestre (ATTZ) (Fonte: www.mpil-ploen.mpg.de/mpiltalg.htm).

Neste contexto, postula-se que os padrões de diversidade em várzeas podem ser explicados das seguintes formas:

1) a diversidade **é limitada** em função daqueles organismos terrestres ou aquáticos de hábitos sedentários que não resistem ao impacto do estresse fisiológico causado pelas mudanças entre fases aquáticas e terrestres;

2) a diversidade **pode aumentar** se estes organismos apresentarem habilidade para evitar o estresse nas ATTZ, implicando em processos evolutivos em longo prazo;

3) a diversidade **é alta** uma vez que estas áreas são compostas por um mosaico de pequenos habitats criados por uma perturbação contínua e em larga escala temporal, causada pelos processos como a erosão/sedimentação laterais.

Neste último caso o pulso de inundação seria um tipo de força motriz que atuaria de forma similar a "hipótese de perturbações intermediárias" (Connell, 1978). As várzeas recentes e com habitats efêmeros apresentariam tempo

insuficiente para que processos, como a exclusão competitiva, ocorressem, e a presença de zonas de transição favoreceria a sobrevivência das espécies resilientes, os grupos de alta mobilidade e espécies adaptadas nestas áreas, aumentando a diversidade.

Considerando a capacidade das espécies em responder aos processos de inundação nas ATTZ's, e ainda o mosaico formado pela perturbação causada pelo pulso de inundação e por processos locais, tais como erosão, sedimentação, recolonização e sucessão após a derrubada de florestas/plantio, etc., espera-se que uma análise das respostas biológicas das comunidades de invertebrados frente às mudanças ambientais funcione como uma ferramenta usual na compreensão da dinâmica da ocupação de espécies em seus ecossistemas, explicando qual ou quais mecanismos são responsáveis pela manutenção da diversidade nestas áreas.

Uma das respostas de organismos sujeitos as condições de estresse ou desfavoráveis é o desenvolvimento de algum tipo de característica que garanta sua sobrevivência. As características ambientais das áreas inundáveis da Amazônia, que implicaram na presença de uma fauna e flora característica (Ayres, 1993) indicam que várias espécies evoluíram ao longo do tempo, desenvolvendo ou adaptações ou estratégias (Morril, 1974; Adis, 1992; 1997; Kubitzki & Ziburski, 1994, Adis & Junk, 2002). Em termos de estratégia reprodutiva, por exemplo, algumas espécies de invertebrados de várzea podem apresentar estratégia *r* quando nutrientes e recursos alimentares são disponíveis para sua completa utilização no potencial de crescimento, e mudar para estratégia *K* quando a concentração de nutrientes nestas áreas é reduzida (Welcomme, 1979; Magalhães & Walker, 1988; Junk *et al.* 1989).

Ao contrário das tendências apresentadas pelos rios Amazônicos, sabe-se que eventos estocásticos como as inundações de curta duração são mais catastróficas para a biota local (Pickett & White, 1985; Lude *et al.*, 1999). Nestes locais, espécies oportunistas ou *r* estrategistas que mostram poucas adaptações particulares são as mais hábeis para colonizar e permanecer sendo, portanto mais comuns. Parece razoável concluir que estes padrões são mais observados em latitudes temperadas, caracterizadas por comunidades pobres em espécies, onde a alta densidade de populações únicas e a baixa competitividade asseguram sua sobrevivência nestes ecossistemas após a inundação ou eventos catastróficos (Lude *et al.*, 1999, Adis & Junk, 2002) tais como enchentes súbitas causadas por aumento na descarga fluvial, rompimento de barragens, etc.

As estratégias de sobrevivência em grupos animais podem ser definidas como o desenvolvimento de um determinado comportamento resultando na adaptação dos organismos a condições externas desfavoráveis, aumentando sua capacidade de sobrevivência (Tischler, 1984 apud Adis, 1997). Elas também podem ser relatadas na forma de padrões específicos ou opções de comportamento (Tischler, 1984 apud Adis, 1997). Embora poucos cenários sejam evidentes sobre os efeitos da inundação na maior parte dos invertebrados e nos padrões de diversidade para grupos ricos em espécies tenham sido registrados (ver Adis & Latif, 1996; Adis & Junk, 2002), é evidente que as inundações são um dos fatores principais na distribuição de espécies, pois devem atuar tanto através da mortalidade (inclusive naqueles locais sujeitos a eventos imprevisíveis ou catastróficos) como também ocasionando stress fisiológico para muitas espécies, limitando ou restringindo suas populações.

1.2.2. Estratégias de sobrevivência em artrópodes de áreas inundáveis.

As estratégias de sobrevivência em áreas inundáveis foram descritas inicialmente por Irmiler (1981) que as classificou de três maneiras: 1) animais com alta taxa reprodutiva e período de desenvolvimento curto; 2) animais que apresentam adaptações para as flutuações no nível da água; e 3) animais que apresentam ciclos de vida tanto no ambiente terrestre quanto no aquático. Adis (1977,1992) ampliou esta classificação posteriormente, separando os grupos de artrópodes em terrestres e arborícolas.

De acordo com Adis (*op. cit.*), os artrópodes terrestres podem ser caracterizados por espécies migrantes e não migrantes. As estratégias das espécies não migrantes incluem: permanecer em estágios dormentes sob a água em abrigos naturais disponíveis, em casulos ou como ovos (Beck, 1972; Adis & Arnett, 1987; Adis *et al.*, 1989; Messner & Adis, 1992; Adis *et al.*, 1994; Adis & Messner, 1997; Adis & Pagés, 2000), ou mantendo estágios ativos sob a água (Beck, 1969; Adis & Messner, 1997; Franklin *et al.*, 1997). Artrópodes terrícolas migratórios vivem principalmente no chão onde desenvolvem seu ciclo principal. A migração devido à inundação pode ocorrer de três formas: horizontalmente, seguindo a linha d'água (Irmiler, 1979; Adis & Righi, 1989); verticalmente, para os troncos e copas de árvore durante um período determinado (e.g. Adis & Scheller, 1984; Adis, 1982; Martius, 1989; 1990; Höfer, 1990); ou voar para áreas mais altas temporariamente (Adis *et al.*, 1986).

As espécies de artrópodes arborícolas também podem ser migrantes ou não. Os migrantes vivem principalmente nos troncos e copas (Adis, 1984; Höfer, 1990) onde desenvolvem seu ciclo principal, podendo vir ao solo esporadicamente. Os

não-migrantes vivem e se reproduzem exclusivamente nos troncos e nas copas, e podem ser encontrados no chão da floresta apenas em um curto período de tempo (Adis & Sturm, 1987; Adis & Mahnert, 1985).

As estratégias acima foram encontradas, por exemplo, em besouros carabídeos (Adis, 1982; Adis et al., 1997; Zerm & Adis, 2003); aracnídeos e miriápodes (Adis, 1992; 1997; Adis & Messner, 1997; Adis et al., 1993a, b); meinertellidae (Adis & Sturm, 1987); besouros cicindelídeos (Amorim et al., 1997a e 1997b, Adis et al., 1998; Zerm & Adis, 2001a, b, 2002, 2003; Zerm et al., 2001) e ácaros oribatídeos (Franklin et al., 1997; 2001).

A maior parte dos artrópodes em áreas de várzea habita tanto os troncos como as da copas das florestas, sendo que muitos deles vêm ao solo durante a fase de emersão para o chão, para oviposição (Diptera) ou nutrição (Formicidae) (Adis, 1981, 1997). Em um inventário com cerca de 45.000 artrópodes capturados na região do tronco de árvores, 94% eram insetos dos quais as formigas foram a maioria. Besouros, aranhas, isópodes e miriápodes também foram capturados nesta região (Adis, 1981). Algumas semanas antes da inundação as migrações horizontal e vertical podem ser observadas, principalmente dos grupos não voadores, e muitos são predados por outros artrópodes durante este período, principalmente Formicidae (Adis, 1981;1984).

1.2.3. As comunidades de formigas.

As formigas, devido a sua abundância e plasticidade ecológica (Mackay & Vinson, 1989) são insetos dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres (Wilson, 1987). Inventários na fauna de invertebrados confirmam sua presença

relevante (Southwood *et al.*, 1982; Erwin, 1983; Stork, 1988; Stork, 1991; Tingle *et al.*, 1992; Majer *et al.*, 1994), e elas também têm sido freqüentemente empregadas como bioindicadores ambientais, podendo ser facilmente correlacionadas com ambientes de estresse ou perturbados em função da composição de espécies que suas comunidades apresentam (Fowler, 1996; Andersen, 1997). Juntamente com os cupins, as formigas representam cerca de 30% da biomassa animal (Fittkau & Klinge, 1973) e um terço de toda biomassa de artrópodes arborícolas nas florestas tropicais do Brasil (Fittkau & Klinge, 1973; Adis *et al.*, 1984; Majer, 1990). Só nas várzeas da Amazônia Central elas compreendem cerca de 60% da fauna de artrópodes de copa e solo (quando excluídos Acari e Collembola) (Figura 2) e o alto grau de sociabilidade confere um status ecologicamente dominante para este grupo (Wilson, 1971; Hölldobler & Wilson, 1990; Longino, 2000, 2002).

As formigas apresentam uma grande capacidade migratória e de forrageio, ocupando diferentes nichos e estratos ecológicos nas florestas tropicais em um curto intervalo de tempo. A distribuição de suas colônias varia em função da densidade e do tamanho da mesma (Cushman *et al.*; 1988) que por sua vez varia com o tipo de solo, topografia, uso da terra e com a vegetação (Room, 1975; Johnson, 1992; Perfecto & Vandermeer, 1993; York, 1994; Majer *et al.*, 1994; Andersen, 1995; Perfecto & Snelling, 1995; Puntilla, 1996).

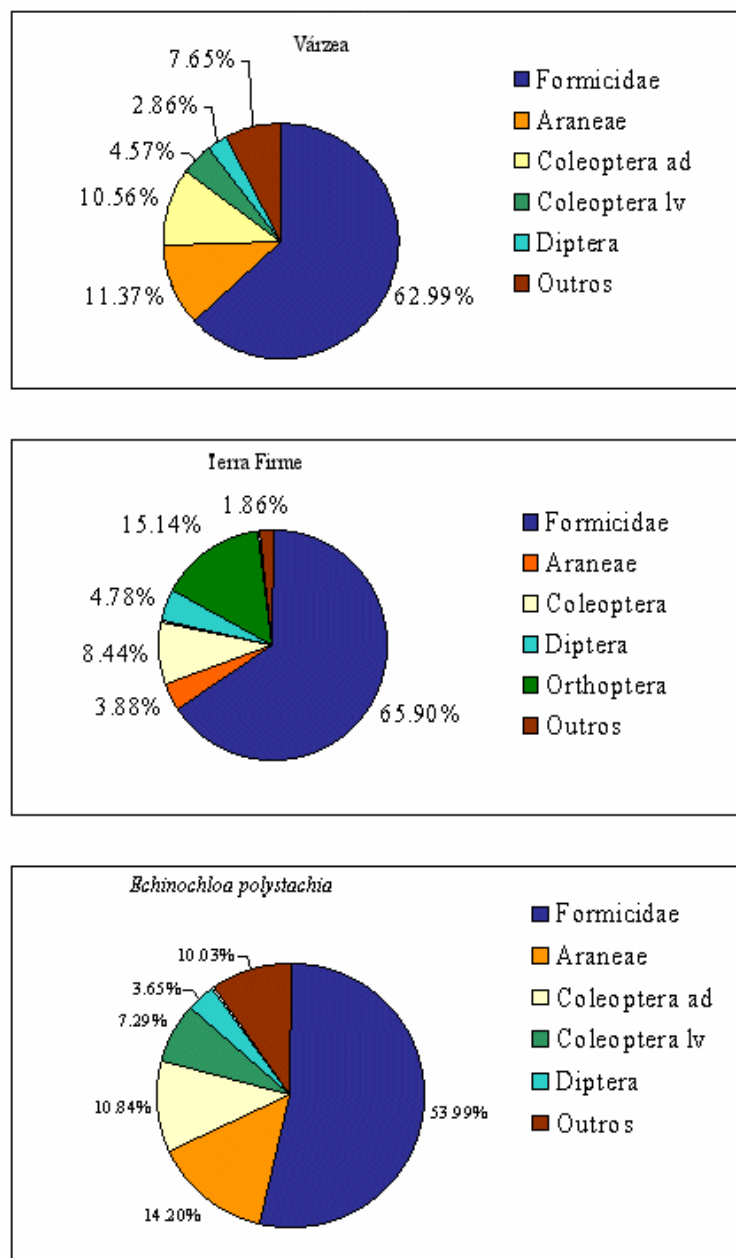


Figura 2 - Comparação entre abundância de formigas e outros grupos de artrópodes em três ambientes na Amazônia Central: floresta de várzea e gramínea *Echinochloa polystachia* (canarana) e floresta de terra firme (conforme Adis 1987; 1997). Coleoptera ad - adultos; Coleoptera lv - larvas.

As respostas fisiológicas (i.e. regulação metabólica, diapausa) aumentam a probabilidade de alguns organismos lidarem com as condições extremas das várzeas melhor do que outros (fases aquática/terrestre, umidade e temperatura).

Entretanto, alguns grupos de Formicidae, são criptozoários e de baixa mobilidade, vivendo no solo, sob a liteira ou galhos caídos e são mais vulneráveis, tanto à inundação como à dessecação (Uetz *et al.*, 1979). Evidências empíricas sugerem que existem fatores determinantes na evolução das formigas, entre eles a distribuição de alimento no espaço e no tempo (Oster & Wilson, 1978). Devido à natureza modular de suas colônias (Andersen, 1991b), a população de operárias acaba variando mais do que a densidade das colônias. Estas flutuações podem ocorrer como resposta à disponibilidade de recursos, a qual é fortemente influenciada por fatores ambientais. Alternativamente, tais flutuações populacionais também ocorrem através de interações entre os membros da comunidade, ainda que em resposta a disponibilidade de recursos (Delabie & Fowler, 1993). A competição por recursos pode promover a dispersão de várias espécies, ou a contrações territoriais. Uma vez que a inundação atinge todo o solo e reloca galhos ou os inunda, espera-se que os microhabitats e os recursos acabem distribuídos de forma irregular no tempo e no espaço, o que pode ocasionar uma redução no desenvolvimento destes grupos, restringindo o hábitat total disponível para muitas espécies de formigas.

Em se tratando de insetos sociais, muitas espécies de formigas são freqüentes durante vários meses ao ano, e sua atividade e abundância são consideravelmente maiores durante a estação seca (Adis, 1988; Ketelhut, 1999; Bandeira & Harada, 1998). Poucos estudos relataram que áreas perturbadas por inundações exercem uma forte influência nos padrões de distribuição das espécies de formigas. Muitas delas não são adaptadas para resistir a inundações ocasionais e imprevisíveis, desaparecendo das áreas alagadas durante os períodos de cheia

(Lude *et al.*, 1999). Algumas espécies, entretanto, podem sobreviver utilizando-se de estratégias como “redes flutuantes” (*floating rafts* - Adis, 2000), as quais são formadas por um emaranhado de operárias, pela rainha e pela prole. Para as espécies, estas inundações podem auxiliar na dispersão das colônias, conduzindo-as também para habitats mais favoráveis (Lude *et al.*, 1999). As colônias podem ser espaçadas e se sobreporem em algumas áreas, exceto quando existe forte competição, como no caso de *Solenopsis geminata* (Fabricius), espécie dominante em arrozais nas Filipinas (Way *et al.*, 1998).

Outras espécies podem mover seus ninhos para áreas mais altas durante os períodos de cheia, como é o caso de *Acromyrmex octospinosus* (Reich), em campos cultivados de Trinidad (Lewis, 1975). Já *Acromyrmex* (cf.) *lundi carli* (Santschi), registrada em áreas de várzea Amazônica, constrói seus ninhos subterrâneos para passar os períodos não-inundados, mudando-se, já no início da época chuvosa (Adis, *n. publ.*) para cavidades em troncos, áreas não inundáveis e áreas superiores de troncos mortos durante o período de cheia, deslocando-se por cima da superfície d’água. Neste caso, elas forrageiam folhas ocorrentes na cercania destes troncos. Assim como no caso das “redes flutuantes” elas flutuam sobre a água e utilizam macrófitas aquáticas como pontes (Adis, 1982). A busca de locais apropriados para forrageio e nidificação durante o período da cheia pode aumentar o risco de predação por determinadas espécies de peixes (Adis, 1982) e aves. Assim, a permanência de populações de formigas nestas áreas dependerá de fatores como: 1) início da atividade migratória; 2) localização de sítios de nidificação e forrageio adequado; 3) estratégias anti-predatórias (e.g. oviposição ou vôo nupcial em

períodos favoráveis), e 4) resistência a grupos de formigas (ou outros artrópodes) dominantes e competidores.

Dada a ampla variação comportamental empregada pelas diferentes espécies de formigas (Hölldobler & Wilson, 1990), é de se esperar que as mesmas apresentem respostas diferentes às variações ambientais, tais como os pulsos de inundação. Espera-se ainda que tais respostas se expressem em termos de padrões comportamentais (e.g. migração) e de ocupação espacial, onde espécies dominantes desloquem as subordinadas durante os períodos de estresse ambiental causado pelas inundações, mesmo que estas aconteçam em intervalos freqüentes.

1.2.4. Áreas inundáveis na Amazônia: o pulso de inundação e a vegetação.

A estrutura e composição florística das florestas alagáveis têm forte associação com a gênese e dinâmica dos rios Amazônicos (Junk, 1980). A primeira classificação das águas fluviais Amazônicas foi feita por Sioli (1950), onde visualmente se distinguem as águas “pretas” com elevado teor de ácidos húmicos, as “brancas” contendo alta quantidade de sedimentos suspensos e as “claras” que apresentam características intermediárias e coloração verde olivácea. Posteriormente, análises químicas evidenciaram as diferenças destes sistemas, as quais são fortemente ligadas com os dados geológicos, geoquímicos e petrográficos das regiões de origem destas águas (Fittkau, 1964; Furch, 1976; Furch, 1984; Sioli, 1984).

Cerca de 20% de toda extensão da Amazônia pode ser classificada como área inundável, se forem consideradas as áreas marginais aos rios de várias ordens e as regiões estuarinas de manguezais (Piedade *et al.*, 2001). Considerando apenas

áreas associadas aos grandes rios, 300.000 km² (6%) da região amazônica formam as grandes áreas inundáveis, separadas de acordo com a quantidade de nutrientes e tipos de sedimento em várzeas e em igapós (Junk, 1993). As planícies de várzea são inundadas por rios de águas brancas (e.g. Rio Solimões), com pH entre 6,2 e 7,2 e cujos sedimentos são oriundos principalmente de terrenos jovens nas regiões Andinas e Pré Andinas, razão pela qual grande quantidade de material dissolvido e em suspensão é transportada, conferindo alta fertilidade a esses sistemas (Furch, 1984). Os igapós são inundados por rios de águas pretas ou claras. Particularmente, os rios de águas pretas (e.g. Rio Negro) são extremamente pobres em nutrientes e são ácidos, com pH entre 3,8 e 5,2 (Sioli, 1984), e transportam pequenas quantidades de minerais dissolvidos ou em suspensão. Os rios de águas claras (e.g. Tapajós) situam-se em uma posição com características intermediária, com o pH das águas em torno de 4,5 a 7,8 (Sioli, 1984).

A grande amplitude entre os níveis máximos e mínimos do rio Amazonas e de seus tributários resulta na sucessão anual de regimes de inundação e seca periódicas (Junk, 1993). Deste total estima-se que as áreas de várzea possuam uma área de cerca de 64.000 km². Porém, estudos mais detalhados baseados em modelos matemáticos (Petrere, 1982) estimam uma área em torno de 81.642 km² para as áreas de várzea localizadas nas regiões dos cinco grandes rios, o que pode indicar que este valor ainda seja maior, considerando os demais rios (Piedade, 1988). As florestas de várzea representam, portanto, cerca de 4% de todos os sistemas inundáveis da Amazônia Brasileira (Junk, 1993).

Assim como as planícies de outros grandes rios como o Nilo, nas planícies da Amazônia Central o pulso de inundação é monomodal. As florestas e suas bordas

localizadas entre rios ou nas planícies de várzea, permanecem inundadas cerca de 5-7 meses/ano dependendo de sua elevação e da altura do fluxo de inundação anual (Junk *et al.*, 1989; Adis, 1997). O ciclo das águas exerce influência na geomorfologia local através de processos equilibrados de erosão e sedimentação sazonais (Junk & Welcomme, 1990), modifica a paisagem e as características estruturais das florestas (Prance, 1979; Campos *et al.*, 1996). Uma das teorias que explicam as características das comunidades em relação ao sistema hidrológico é descrita no conceito de Contínuos Fluviais (*River Continuum Concept*). Este conceito estabelece que as comunidades fluviais apresentam estruturas e características funcionais adaptadas a obedecer à posição mais provável de acordo com o ambiente, seguindo um gradiente contínuo de condições físicas partindo da cabeceira até a foz dos rios (Vannote *et al.*, 1980). Exemplificando, as comunidades compostas por organismos consumidores e produtores localizados na foz são capazes de aproveitar o que não é utilizado pelas comunidades localizadas das cabeceiras dos rios, ocasionando então este contínuo. Entretanto, cursos fluviais que apresentam mudanças no período, frequência e intensidade de inundação, resultam em um ambiente com características hidrológicas e geomorfológicas diferenciadas, com uma transição entre sistemas lóticos e lênticos ao longo da mesma paisagem (Junk *et al.*, 1989).

As várzeas e os igapós na bacia Amazônica apresentam diferenças entre períodos e intensidade das inundações, na estrutura do solo e na vegetação, o que confere a estes locais uma série de habitats distintos em escalas menores, os quais apresentarão componentes tanto do sistema fluvial principal, como das áreas alagáveis adjacentes (Junk *et al.*, 1989). Estes fatores associados determinam e

regulam os padrões das comunidades locais, como a fenologia, a migração, o período reprodutivo e o crescimento (Campos *et al.*, 1996). Com base nestas características, Junk *et al.* (1989) desenvolveram um conceito complementar ao conceito de contínuos fluviais - o Conceito de Pulso de Inundação (*Flood pulse*), estabelecendo relações entre a biota e o ambiente físico, onde as flutuações (pulsões) na descarga de sedimentos fluviais atuariam como a maior força controladora da biota nas planícies de várzea. Assim, este ciclo de águas regularia: 1) os processos geomorfológicos - equilibrando a sedimentação e erosão sazonalmente (Junk & Welcomme, 1990); 2) a estrutura da paisagem - influenciando as características estruturais das florestas e dos habitats locais (Prance, 1979; Campos *et al.*, 1996); e 3) a biota local. Por exemplo, muitas espécies arbóreas presentes nas planícies de várzea perdem suas folhas durante a fase de submersão (Worbes, 1983) e também formam anéis de crescimento anual na madeira (Worbes, 1985; 1986; Worbes & Junk, 1989).

Prance (1978) e Prance (1979) foram os primeiros estudos a classificarem as florestas inundáveis como "vázeeas e igapós sazonais", também se baseando na qualidade da água dos rios, e um estudo relatando os bioelementos presentes nas folhas, nas cascas e na madeira de uma série de espécies amostradas nestas áreas, corroborou com argumentos biogeoquímicos esta classificação (Klinge *et al.*, 1996). Posteriormente, Junk (1989) descreveu três níveis de comunidades arbóreas com composições características nas áreas de várzea, sendo que cada comunidade é determinada pelo gradiente de inundação e duração da mesma, dependentes da altitude do habitat (Wittmann *et al.*, 2002). Outros autores também correlacionaram este fator, classificando as florestas de várzea em "chavascal" -

cujo nível de inundação situa-se entre 5-7 m e a duração entre 6 a 8 meses/ano; “restinga baixa” - permanecendo com cerca de 2,5 a 5 m de inundação durante 4 a 6 meses/ano, e “restinga alta” - com nível médio de inundação de 1 a 2,5 m permanecendo alagada por cerca de 2 a 4 meses/ano (Worbes, 1997; Wittmann *et al.*, 2002). Considerando apenas o desenvolvimento natural das florestas e com base em dados dendrocronológicos, Wittmann *et al.*, (2002) caracterizaram cinco estágios sucessionais principais nas áreas de várzea, partindo do estabelecimento das espécies pioneiras após a sedimentação até o estágio “clímax”, com árvores alcançando acima de 400 anos.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Esta pesquisa objetivou entender como o pulso de inundação (alternância entre fases aquática/terrestre) afeta a comunidade de formigas e, por conseguinte, como este efeito pode ser determinado através dos padrões de diversidade das formigas ao longo das estações (i.e. seca e chuvosa) e fases hidrológicas (cheia e vazante do Rio Solimões). Este objetivo será investigado através de componentes de diversidade (May, 1975; Whittaker, 1972; 1977), observando a composição de espécies de formigas, sua dominância, riqueza e ocupação espacial (no solo e na vegetação) em duas áreas de floresta de várzea (Lago do Camaleão e Lago Central) e três áreas alteradas (plantios de juta e malva, canarana (*Echinochloa polystachia*) e solo exposto) na Ilha de Marchantaria, município de Iranduba, AM, Brasil.

Especificamente planeja-se:

1. Avaliar a diversidade alfa e beta de formigas em dois sítios de floresta de várzea, em banco de macrófitas semi-aquáticas (*Echinochloa polystachya*), e em áreas alteradas por plantios de juta, malva e solo exposto, localizados na Ilha de Marchantaria.
2. Avaliar se as fases aquática/terrestre e as estações seca/chuvosa afetam a composição e diversidade da comunidade de formigas nestes sítios.

2.1. Hipóteses e Considerações

Muitos aspectos climáticos flutuam de forma regular e previsível. Se esta variabilidade temporal é tão representativa de tal forma que espécies de formigas diferentes são abundantes em épocas diferentes, a abundância será dividida em longo prazo e a diversidade pode aumentar (Yodzis, 1986).

Uma combinação de fatores como a temperatura e a umidade podem ser usadas para definir zonas climáticas apropriadas para a atividade de formigas, assim como variações na estrutura da vegetação. Estes fatores podem favorecer ou reduzir a diversidade de formigas através da redução ou aumento na heterogeneidade do hábitat e de microclimas adequados, ou ainda proporcionando um aumento na atividade de espécies dominantes, que irá depender da fauna regional de formigas ser composta por grupos adaptados ambientalmente (Retana & Cerdá, 2000).

A questão principal considerada é: quais forças organizam a comunidade de formigas em várzeas Amazônicas, e como elas entram em ação? Sabe-se que o estresse da inundação têm sido apontado como a força principal que regula a estrutura, função e história evolutiva da biota da várzea (Junk *et al.*, 1989, Adis, 1997), e considerando isto, os alvos desta pesquisa serão investigados através das seguintes hipóteses:

Ha: A composição (i.e. qualitativa) das comunidades de formigas é constante e não varia com a alternância entre fases aquática/terrestre.

Hb: A estrutura do hábitat (cobertura vegetal e sítio amostral) determinará a riqueza (numérica) de espécies de formigas, mas esta riqueza não tem relação com a precipitação ou com as flutuações no nível do Rio.

Considerando a estrutura heterogênea apresentada pelo ambiente através de suas características físicas e bióticas (composição do solo e vegetação):

Hc - A composição específica das comunidades de formigas que tipicamente nidificam no solo (e são amostradas por armadilhas durante a vazante) difere entre as paisagens amostradas: floresta de várzea terá maior similaridade com os plantios de juta e malva e estes, por conseguinte com a vegetação aberta (gramíneas e macrófitas), sendo o solo exposto a área mais dissimilar.

Hd - Os ambientes apresentam um gradiente decrescente de diversidade, partindo da floresta para as áreas abertas (solo exposto/gramíneas).

He - Não existem diferenças na comunidade de formigas amostradas (composição e diversidade) em copas de árvores.

Estas questões fornecerão indícios de que o pulso de inundação não tem interferência na diversidade (número de espécies) das comunidades de formigas **SE** estas apresentarem estabilidade em relação à vegetação de cada paisagem amostrada ao longo do tempo. Isto significa dizer que a Ilha de Marchantaria, apesar de apresentar instabilidades advindas do pulso de inundação, tais pulsos não afetou a diversidade e composição da comunidade de formigas.

A alternância entre fases aquáticas e terrestres implica em variações no comportamento da fauna local (Junk *et al.* 1989, Adis 1997), expressas através da densidade de atividade. Assim, espera-se que:

He - A resposta das populações epigéicas seja uma redução na intensidade de sua atividade, enquanto que as populações hipogéicas se mantêm estáveis.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. Aspectos gerais da Ilha de Marchantaria

Localizada na porção central da Bacia Amazônica, a Ilha de Marchantaria ($03^{\circ}15'00''\text{S}$; $60^{\circ}00'00''\text{W}$), e pertence ao município de Iranduba, AM. Ela é a primeira ilha após a confluência entre o Rio Negro e o Rio Solimões, situada a cerca de 20 quilômetros de Manaus (Figura 3). As dimensões da ilha, no ano de 1972, eram de oito quilômetros de comprimento por quatro quilômetros de largura (RADAMBRASIL, 1972), entretanto, desde esta época, o tamanho da ilha aumentou. Devido a processos contínuos de erosão e deposição causados pelas variações no nível fluvial do Rio Solimões, a ilha em 2004 atingiu cerca de 14 quilômetros de comprimento por cinco quilômetros de largura.

Como a maioria das ilhas do Rio Solimões, a Marchantaria se originou através da deposição de sedimentos na porção central do leito fluvial durante sua expansão (Irion *et al.*, 1983) e sua idade é estimada em cerca de 6.000 anos (Irion *et al.*, 1997). Seu relevo é irregular, com altitude média em torno de 28 metros acima do nível do mar, e sua composição é formada basicamente por sedimentos fluviais, predominando montmorilonita. O relevo ondulado proporciona a formação de uma série de lagos interiores com dimensões variáveis, dependendo da intensidade de inundação.

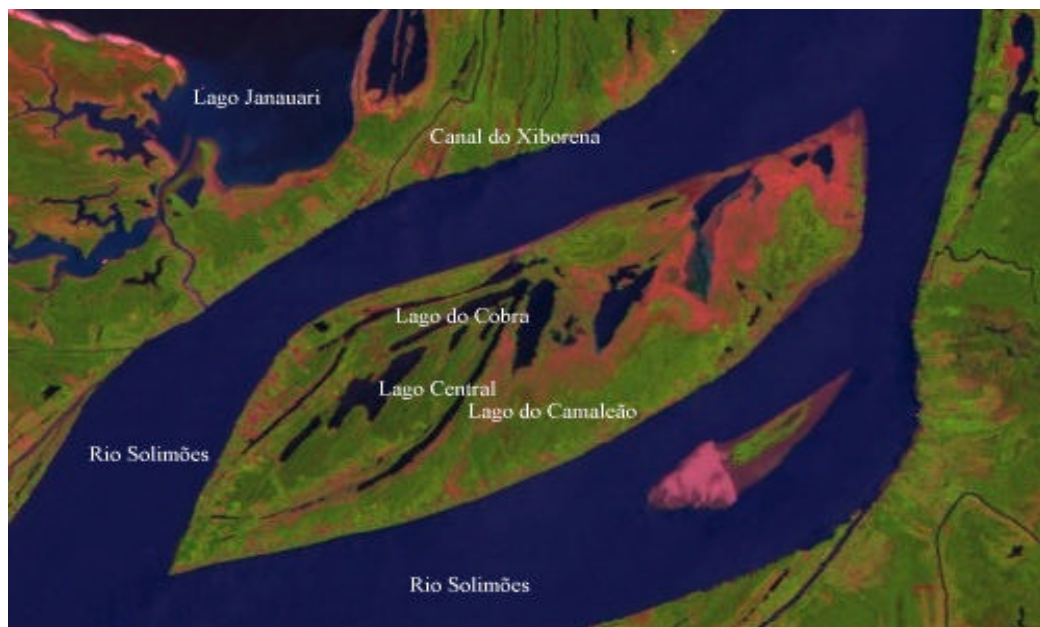


Figura 3. Localização da Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, ressaltando os rios e lagos principais que compõem a paisagem local (Fonte: INPE, 1994).

A amplitude da inundação na Ilha fica em torno de 10 m (Piedade 1993) e determina a conexão dos lagos presentes no interior da ilha com o curso fluvial do Rio Solimões. Em anos cuja inundação é de grande intensidade, a ilha pode ficar completamente submersa. O padrão de alagamento desta área é de 5-7 meses (março/abril-agosto/setembro), e a duração da inundação é de cerca de 200 dias/ano (Worbes *et al.*, 1992). Durante o período mais intenso da vazante (entre Outubro e Novembro) alguns destes lagos podem secar completamente. Nesta ocasião também podem ser observados depósitos de areia na porção inferior da ilha.

3.2. Dados climatológicos da área

A região de Manaus é caracterizada por um clima tropical úmido e precipitação média anual em torno de 2.105 mm, com a época chuvosa de dezembro até maio (média de 1.554 mm) (Ribeiro & Adis, 1984).

O período principal de estudo foi de 1981-1982 e 1985-1986 e se estendeu ao longo desta década durante mais cinco anos. Posteriormente foram realizadas amostragens pontuais nos anos de 1987, 1988, e 1992. Para cada período de estudo, dados de precipitação e variação no nível do rio durante os anos de estudo foram obtidos. Quando na ausência de dados amostrados na Ilha de Marchantaria, principalmente de precipitação, foram utilizados dados provenientes da estação do Caldeirão, na Embrapa de Iranduba, AM. Ribeiro e Adis (1984) estudaram a variação anual da precipitação na região e confirmaram a existência de períodos de seca e chuva pronunciados. Eles também verificaram uma grande variabilidade local na intensidade, frequência e horário de chuva. Assim, dados provenientes de estações localizadas em áreas de terra firme (Manaus, Reserva Ducke) não são indicadores

para áreas inundáveis, como a Ilha de Marchantaria. A variação do nível do rio foi obtida através dos dados colhidos no Porto de Manaus. Reiss (1976) afirma que não existem diferenças quanto à flutuação do nível da água entre o baixo Rio Solimões na altura da Ilha de Marchantaria e o Rio Negro. De acordo com os dados pluviométricos obtidos através da estação do Caldeirão, pertencente ao município de Iranduba, o índice pluviométrico mais baixo durante a década de 80 ocorreu em janeiro de 1983 (2,9 mm) e o mais alto em janeiro de 1988 (467,6 mm) (Figura 4a). O menor nível do rio foi registrado em novembro de 1982 (17,34 m.a.n.m) e o maior ocorreu em junho de 1983 (28,88 m.a.n.m).

Já na década de 90, o maior índice pluviométrico ocorreu em maio de 1990 (637,60 mm) e o menor em julho de 1996 (8,5 mm). O menor nível do rio ocorreu em outubro de 1995 (15,56 m) e o maior foi no mês de junho de 1999 (29,23 m) (Figura 4b).

Dados climáticos detalhados de acordo com cada período amostral serão apresentados nos capítulos contendo os resultados para facilitar a visualização de correlações entre o clima e a fauna de formigas.

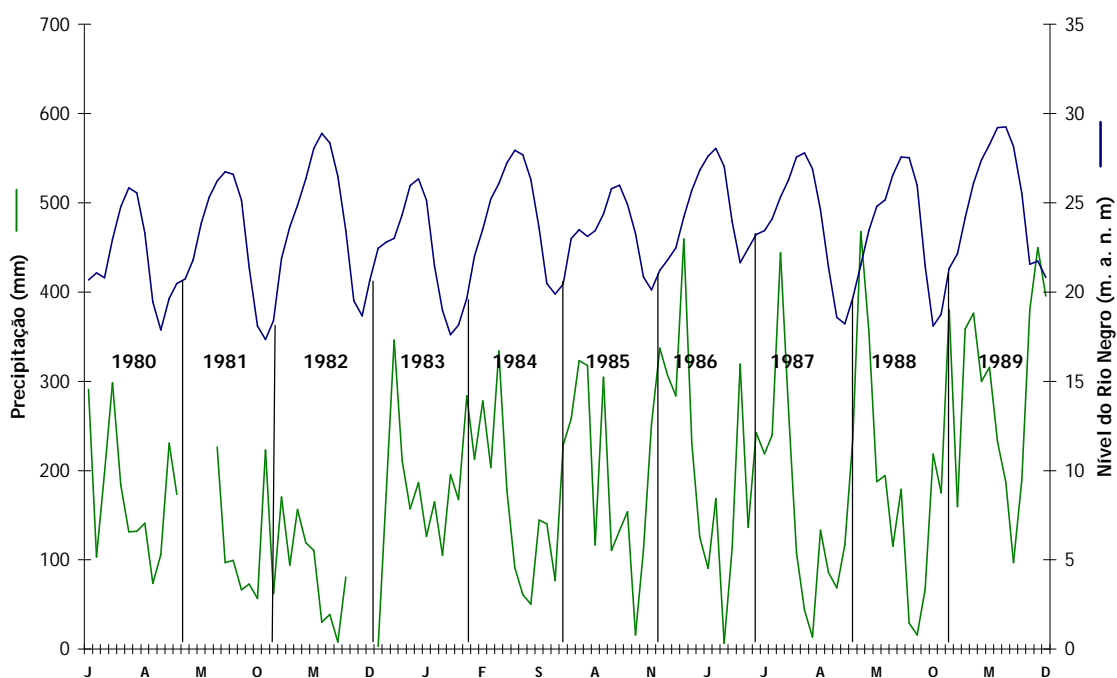


Figura 4a - Precipitação pluviométrica (mm) - Iranduba e variação no nível do Rio Negro - Manaus em relação ao nível do mar (m) no período de 1980 a 1989 (conforme Embrapa Amazônia Ocidental, Portobrás - Capitania dos Portos de Manaus, AM.).

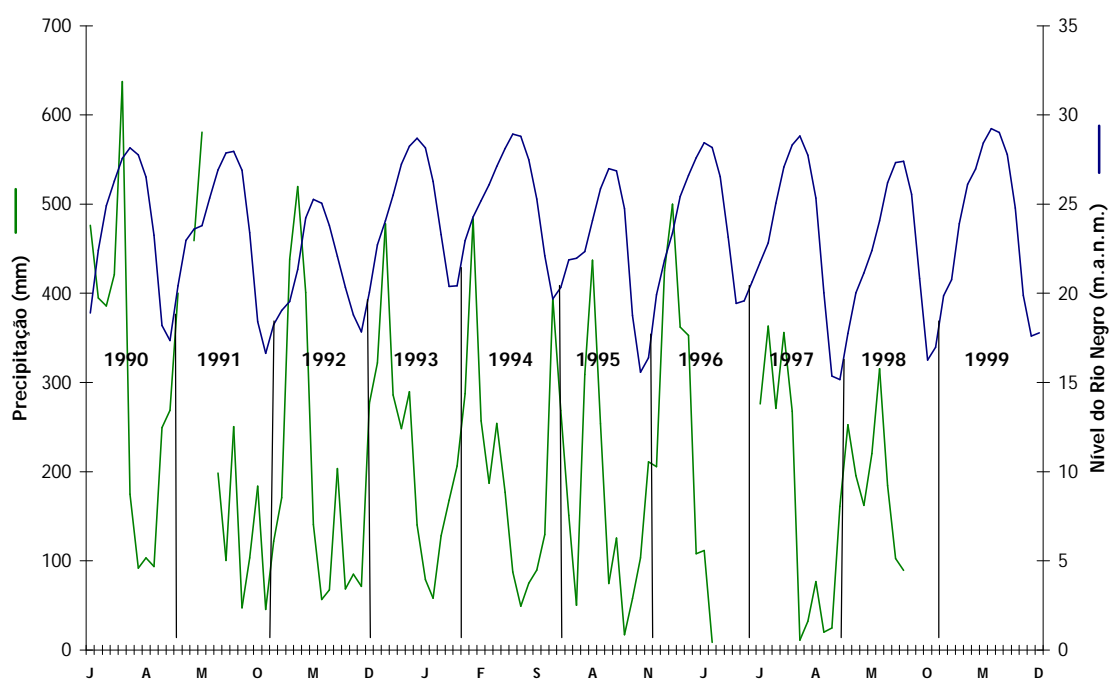


Figura 4b - Precipitação pluviométrica (mm) - Iranduba e variação no nível do Rio Negro - Manaus em relação ao nível do mar (m) no período de 1990 a 1999 (conforme Embrapa Amazônia Ocidental, Portobrás - Capitania dos Portos de Manaus, AM.).

3.3. Caracterização dos sítios amostrais

Os sítios amostrais presentes na Ilha de Marchantaria são considerados recentes. As áreas abertas são compostas principalmente por solo desnudo e vegetação herbácea e podem ter em torno de 2 a 20 anos, enquanto que as áreas florestais apresentam, segundo estimativas, cerca de 40-80 anos (Worbes *et al.*, 1992). Aproximadamente 80 espécies arbóreas ocorrem na floresta de várzea (Wittmann, com. pess.). A pressão antrópica na Ilha de Marchantaria é antiga. Devido à sua proximidade com a cidade de Manaus, bem como de outros municípios menores e vilas situadas ao longo do Rio Solimões e adjacências, a área vem sofrendo impacto através da derrubada da floresta para dar lugar às atividades agrícolas principalmente durante a vazante. Antes de 1984 a Ilha de Marchantaria pertencia a grupos particulares, passando a Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA - em 1988. A partir deste período a Ilha foi loteada, sendo assentadas no local aproximadamente 200 famílias (ca. 1600 pessoas), as quais deveriam desenvolver atividades agrícolas, como o plantio de mandioca, banana, milho, feijão, arroz e hortaliças (veja em Piedade, 1988). Assim houve uma intensificação na derrubada da floresta, resultando em uma expansão das áreas com macrófitas, especialmente gramíneas, como o mori (*Paspalum fasciculatum*) e a canarana (*Echinochloa polystachya*) (Piedade, 1988). Normalmente as derrubadas são seguidas pela queima do resíduo, o que causa severas alterações no ambiente a curto (e.g. mortalidade de espécies vegetais e animais) e em longo prazo (perda dos nutrientes do solo pela lixiviação e erosão, perda de espécies nativas vegetais e animais). Além destas atividades, como a ilha possui um período de alagamento anual, alguns agricultores optaram por plantios de ciclo curto de espécies

tolerantes a solos hidromórficos, como é o caso da Juta (*Corchorus capsularis* - Tiliaceae) e da malva (*Urena lobata* - Malvaceae) (Piedade, 1988; Adis, 2000).

3.3.1. Florestas de Várzea

A camada de liteira presente na floresta de várzea é rasa e desfavorável para o estabelecimento de uma fauna rica em espécies. A camada de folhas em geral tem um aspecto “aderente” devido ao depósito anual de sedimentos causado pela inundação, ou é parcialmente perdida devido à correnteza forte durante a vazante (Adis, 1997). Em geral, as árvores nas áreas de floresta de várzea da Ilha de Marchantaria apresentam cerca de 28 metros de altura, e o dossel superior é dominado pela presença de *Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand (Bombacaceae). Parte da floresta foi derrubada e queimada por agricultores locais durante a fase terrestre de 1985 (Adis, 2000) e derrubada para expansão agrícola em 1990 (Worbes *et al.*, 1992). Nesta área foram realizadas amostragens da mirmecofauna de solo em 1985.

3.3.1.1. Lago do Camaleão

Este sítio se estende longitudinalmente ao Lago do Camaleão e tem cerca de 2-3 ha. O banco onde ela se situa (entre o Lago do Camaleão e Lago Central) possui cerca de 35 metros de largura. Sua elevação fica em torno de 23.5 - 24.5 m.a.n.m., e o período de inundação é de cerca de 175 dias/ano (Worbes *et al.*, 1992). Em um inventário realizado por Klinge *et al.* (1995) em uma área de cerca de 1 ha, foram encontradas 47 espécies arbóreas, pertencentes a 46 gêneros e 25 famílias. Destas *Crataeva benthamii*, *Laetia corymbulosa*, *Luehea cf. cymulosa*, *Vitex cymosa*,

Nectandra amazonum, *Cecropia latiloba*, *Macrolobium acaciaefolium* e *Pseudobombax munguba*, são as que possuem maior Índice de Valor de Importância (IVI) respectivamente. Na área principal de estudo sobre formigas, *P. munguba* responde pela maior área basal, e atinge cerca de 25 metros de altura.

3.3.1.2. Lago Central

Este sítio de floresta de várzea situa-se na parte superior do Lago Central, e possui uma área de 5 ha. Sua elevação fica em torno de 23-24 m.a.n.m., e o período de inundação nesta área é de cerca de 185 dias/ano (Worbes *et al.*, 1992). As espécies com maior IVI são *Pseudobombax munguba*, *Crataeva benthami*, *Vitex cymosa*, *Laetia corymbulosa*, *Pterocarpus amazonum* e *Crescentia amazonica*. Ao contrário da floresta de várzea situada no lago do Camaleão, vários indivíduos de *P. munguba* alcançam mais de 28 metros de altura, sendo portanto uma área mais sombreada, com vegetação mais densa. A área por situar-se na porção interior da ilha e ser de difícil acesso, também não sofreu tanto impacto de atividades extrativistas como na floresta do Lago do Camaleão.

3.3.1.3. Plantios e Gramíneas

A. Canarana - *Echinochloa polystachia* (H. B.K) Hitchcock - Poaceae.

É uma gramínea perene, longa e de crescimento vigoroso, que forma agrupamentos monotípicos em rios férteis e lagos marginais da Bacia Amazônica (Black, 1950), ocorrendo desde o México até a Argentina, incluindo as Índias Ocidentais (Hitchcock, 1936). Sua ocorrência principal nas várzeas Amazônicas é

em praias e baixios argilosos, e nos canais de rios e lagos em áreas com alto teor de nutrientes (Piedade, 1988; Junk & Piedade, 1993). A canarana substitui comunidades pioneiras de plantas anuais devido ao crescimento rápido e denso (Figura 5). Posteriormente ela é substituída por árvores tolerantes à inundação (e.g. *Cecropia*, *Salix*), que por sombreamento a eliminam da área.



Figura 5 - Canarana - *Echinochloa polystachia*. Vista geral de um agrupamento (a) e da planta em flor (b) (conforme Ketelhut e Conserva).

B. Malva - *Urena lobata* L. - Malvaceae.

É caracterizada como sendo um arbusto subereto com cerca de 1 m de altura, folhas palmadas, lobadas ou anguladas cobertas por uma pubescência acinzentada, com pêlos estrelados, com 4-8 cm de comprimento, usualmente hexalobadas com os lobos pinados, ou algumas vezes sub inteiros, porém angulosos (Figura 6). Flores agrupadas, corola róseo-violácea, cerca de 1 cm de largura. Frutos pubescentes e protegidos por espículas em gancho (glochidia) (Stone, 1970). Planta nativa do meio amazônico, a Malva pertence à família Malvaceae e seu

plântio se restringe a regiões específicas nos Estados do Pará, Amazonas e Maranhão, não sujeitas às inundações periódicas dos rios. Somente a partir de 1971 a Malva começou a ser introduzida no Amazonas, mais propriamente nas várzeas altas, por iniciativa das indústrias locais de aniagem. No primeiro ano, a produção atingiu 1.750 toneladas - incremento mais veloz que o observado no Estado do Pará. Em 1988 a produção chegou a 30.346 toneladas, demonstrando a grande aceitação junto aos produtores das várzeas amazonenses (Silva, 2000). A Malva é uma fibra de maior resistência que a juta, porém menos sedosa e brilhosa. Ela é plantada em consórcio com a juta, sendo esta última em várzea baixa e a malva em várzea alta em terras muito férteis. A produção média por hectare, no Amazonas, é de 1.600 kg de fibra seca. Como a juta, a malva é uma planta de ciclo curto, alta produtividade, que, ao ser macerada, libera umas fibras longas, ásperas e de coloração amarelada (Silva, 2000).

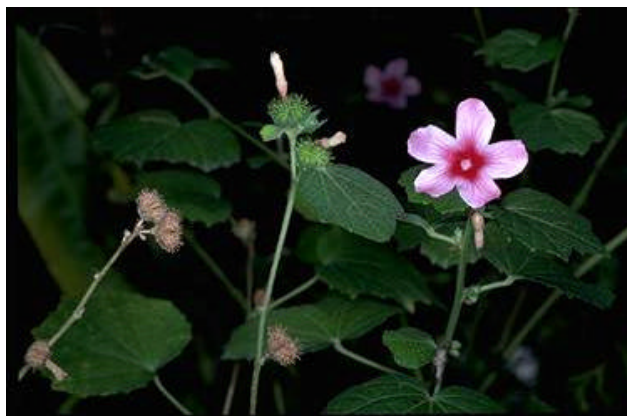


Figura 6 - Malva - *Urena lobata* L. - Malvaceae. Aspectos gerais da planta (conforme www.hear.ogr e www.anbg.gov.au).

C. Juta - *Corchorus capsularis* L. - Tiliaceae.

É uma planta herbácea (*Corchorus capsularis*) da família Tiliaceae, originária da Índia e largamente cultivada para a obtenção de fibras têxteis com as quais se fabrica o tecido do mesmo nome (Figura 7). Essas plantas exigem um solo fértil e bem drenado, assim como um clima quente e úmido, e excessos de chuvas após a semeadura e uma estação muito seca são desfavoráveis ao seu desenvolvimento (Silva, 2000).

No Brasil, o cultivo de juta concentra-se na Amazônia (Manaus e Manicoré), tendo sido iniciado por volta de 1929, por colonos japoneses, que fizeram as primeiras tentativas de introdução da planta. Cinco anos depois o colono Ryoto Oyama conseguiu produzir uma variedade de juta adaptada às condições da região amazônica (Silva, 2000).

Para obter uma boa fibra, cujo comprimento médio é de 3,20m, haste e caules devem ser cortados logo que a flor murcha. A fibra extraída antes ou depois da floração é quebradiça. No processo industrial, as partes cortadas são amolecidas em água estagnada e, ao fim de um período de 12 a 25 dias, a casca se solta das hastes sem que se rompam as fibras. Estas são submetidas a uma nova imersão para lavagem e, em seguida, são postas para secar. A juta é usada na produção de telas, cordas, oleados, lonas, sacos, forração de tapetes e, em combinação com outros têxteis, na confecção de veludo, assim como em cortinas, entretelas, solas de alpercatas, reforços de capas de livros etc. Ainda pode ser utilizada pela indústria de armamentos, como nitro-juta, um explosivo de grande poder destruidor (Silva, 2000).



Figura 7. Juta - *Corchorus capsularis* - Tiliaceae. Aspecto geral da planta (conforme <http://aildoux.tripod.com> e <http://www.life.uiuc.edu>).

4. MÉTODOS EMPREGADOS

4.1. Amostragem das formigas sobre o solo

A amostragem das formigas em solo foi realizada durante o início e pico da vazante e início de cheia, quando o solo encontra-se total ou parcialmente exposto em algumas áreas da ilha. Todos os métodos empregados nesta pesquisa são descritos abaixo, de acordo com Adis (2002).

A. Extração seguindo o método de Kempson/Mc-Fadyen (Kempson *et al.*, 1963, Adis, 1987).

Amostram invertebrados que se encontram na superfície ou em camadas inferiores do solo, até cerca de 15 centímetros de profundidade. É um método de amostragem “pontual”, pois extrai apenas aqueles indivíduos localizados dentro do raio de ação da sonda coletora (21 cm de diâmetro por 33 de altura).

Coleta das amostras e extração dos invertebrados.

O solo contendo os invertebrados é coletado no campo através de uma sonda cilíndrica de aço de 21 cm de diâmetro por 33 cm de altura, contendo dobradiças para que seja aberta (Figura 8). No topo da sonda é colocado um pedaço grosso de madeira para auxiliar na inserção da mesma no solo, a qual é feita com o auxílio de uma marreta.



Figura 8 - Coleta de discos de solo utilizando sonda de metal. À direita vista do balde onde os discos de solo são acondicionados invertidos para extração dos artrópodes no Kempson (conforme Adis, 2002).

Cada cilindro de solo é cortado em fatias de cinco cm de espessura, as quais são colocadas invertidas dentro de um container superior (Figura 8 à direita) e acondicionados em sacos plásticos até serem transportados para o laboratório do Convênio INPA/Max-Planck (Casa 20). Posteriormente tais containeres serão inseridos no extrator de kempson (descrito abaixo). A extração leva cerca de 14 a 15 dias, e segue o procedimento indicado na Tabela 1. Com alternâncias entre aquecimento gradual e resfriamento, os artrópodes contidos nas amostras de solo migram para baixo, sendo coletados e fixados em um outro container encaixado abaixo do que contem o disco de solo.

Tabela 1 - Temperatura de extração de artrópodes de solo através do método de Kempson (conforme Adis, 1987).

Dia	Temperatura Superior (°C)	Temperatura do Sistema de Refrigeração (°C)	Diferença entre parte superior e inferior (°C)	Abertura das partes de ventilação*
1	27	21	-	Fechada
2	31	17	1	Fechada
3	35	13	1 - 1,5	Fechada
4	39	09	2	Fechada
5	43	06	2	Fechada
6	47	06	2,5	Semi-aberta
7	51	06	4	Semi-aberta
8	55	06	8 - 10	Semi-aberta
9	59	06	10	Aberta
10	59	21	10	Aberta
11	59	-	-	Aberta
12	59	-	-	Aberta
13	59	-	-	Aberta
14	59	-	-	Aberta

* No caso do Kempson modificado, sem o sistema de ventilação, as portas do compartimento são abertas.

Descrição do Extrator de Kempson

O extrator consiste em três cabines de alumínio retangulares, cada uma com capacidade para acondicionar oito amostras de solo. Cada cabine é dividida em dois compartimentos de resfriamento/aquecimento (Figura 9). Duas pranchas

quadradas, compostas por uma capa de fórmica (ou metal) são encaixadas na cabine, e cada prancha acondiciona quatro recipientes duplos: um contendo amostra de solo e abaixo dele o respectivo coletor. Na parte inferior da cabine, revestida com lona plástica situa-se o banho de resfriamento, cuja temperatura é regulada através de uma serpentina de cobre conectada a uma máquina de refrigeração (ThermoHaake GmbH 76227), e o nível de água no interior da câmara é regulado através de torneiras. O aquecimento é realizado através de oito lâmpadas infravermelhas, protegidas por uma grade (sistema de incubação animal com bulbo do tipo E27 - Osram Siccatherm SL/r 150W, 220 V), instaladas cerca de 10 centímetros acima dos recipientes que contém as amostras. A temperatura de extração na área superior da cabine, onde estão as lâmpadas é controlada através de um aparelho eletrônico (Temperatur-Laborregler, tipo LC-4, 220 V, Julabo Labortechnik), e a temperatura do ar no interior da câmara é medida através de um sensor de metal (tipo Pt-100, 20 cm) inserido na superfície de uma das amostras.

O container superior onde fica a amostra de solo tem seu fundo removido e substituído por uma grade de plástico (malha de três cm), que é presa por parafusos plásticos. Após a amostra de solo ser acondicionada no mesmo, de forma invertida, ele é fechado por um tecido de algodão, preso nas beiradas por um anel de borracha, ou pela própria tampa do container, cujo centro é cortado, ficando apenas as beiradas. O container inferior, leva uma solução aquosa de ácido pícrico (1 parte de ácido pícrico saturado para 3 partes de água) para preservar os invertebrados capturados. Uma vez conectados, os containers são acondicionados

na prancha, sendo que o inferior ficará parcialmente imerso no banho de água (Figura 9b, direita).

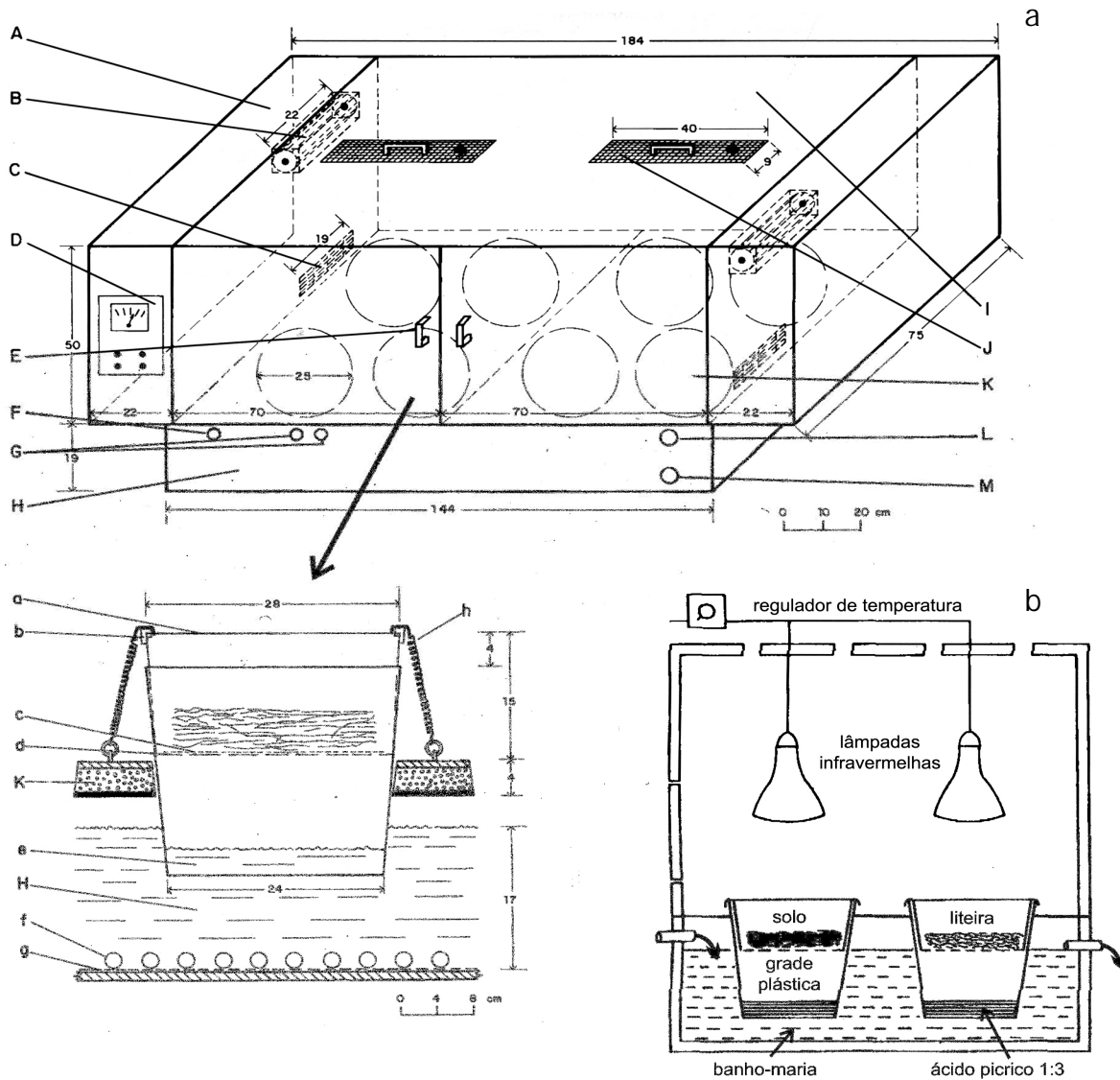


FIGURA 9 - Aparelho para extração da fauna de solo do tipo Kempson/Mc-Fadyen. Detalhes do extrator em (a): compartimento lateral (A), ventilador com entrada de ar (B), saída de ar (C), regulador de temperatura (D), portas (E), entrada de água (F), entrada e saída de água (G), recipiente com água - banho (H), câmara de extração (I), abertura de ar para controle de umidade (J), bandeja para suporte das amostras (K), fluxo superior da água (L), e drenagem da água (M). À direita em

(b), detalhes do recipiente para as amostras: cobertura (a), recipiente (b), tela de algodão (c), tela de plástico (d), suporte do balde (k), agente preservativo (e), água (H). À esquerda, esquema geral do sistema do extrator (conforme Adis, 1987).

B. Fotoelectores de solo (Funke, 1971; Adis, 1981, Southwood, 2000).

Também chamados de armadilhas de emergência, amostram artrópodes que se localizam no solo, mas também podem capturar habitantes de outros locais, como do tronco e região de copa que visitam o chão. Capturas permanentes através deste método podem auxiliar no inventário de espécies, dominância, densidade de atividade e fenologia de artrópodes (Adis, 2002).

Descrição da armadilha

Os fotoelectores de solo são aparatos circulares de captura, com uma área basal de 1m² e cobertos por um tecido preto, um frasco coletor transparente, e uma armadilha tipo alçapão sem isca (pitfall) (Figura 10). As paredes laterais (altura 0,5 m) são feitas com PVC cinza, e a cobertura de tecido do elector tem uma forma de funil, em cujo topo é fixado o frasco coletor plástico. Este funil de tecido é suportado por quatro barras de metal, para dar sustentação. Maiores descrições da armadilha podem ser encontradas em Adis, 2002. O frasco coletor é transparente e funciona como uma "armadilha luminosa". Os artrópodes atraídos pela claridade sobem e/ou voam pelas paredes da armadilha e são capturados pelo frasco coletor. Para evitar o escape de animais, a armadilha é enterrada parcialmente no solo. A armadilha do tipo pitfall, instalada no interior do elector, no solo, serve para diminuir a predação de animais que eclodem por predadores

que estiverem dentro do elector. Uma vez que o sítio de instalação da armadilha é determinado, o solo é perturbado o mínimo possível após a instalação da mesma.

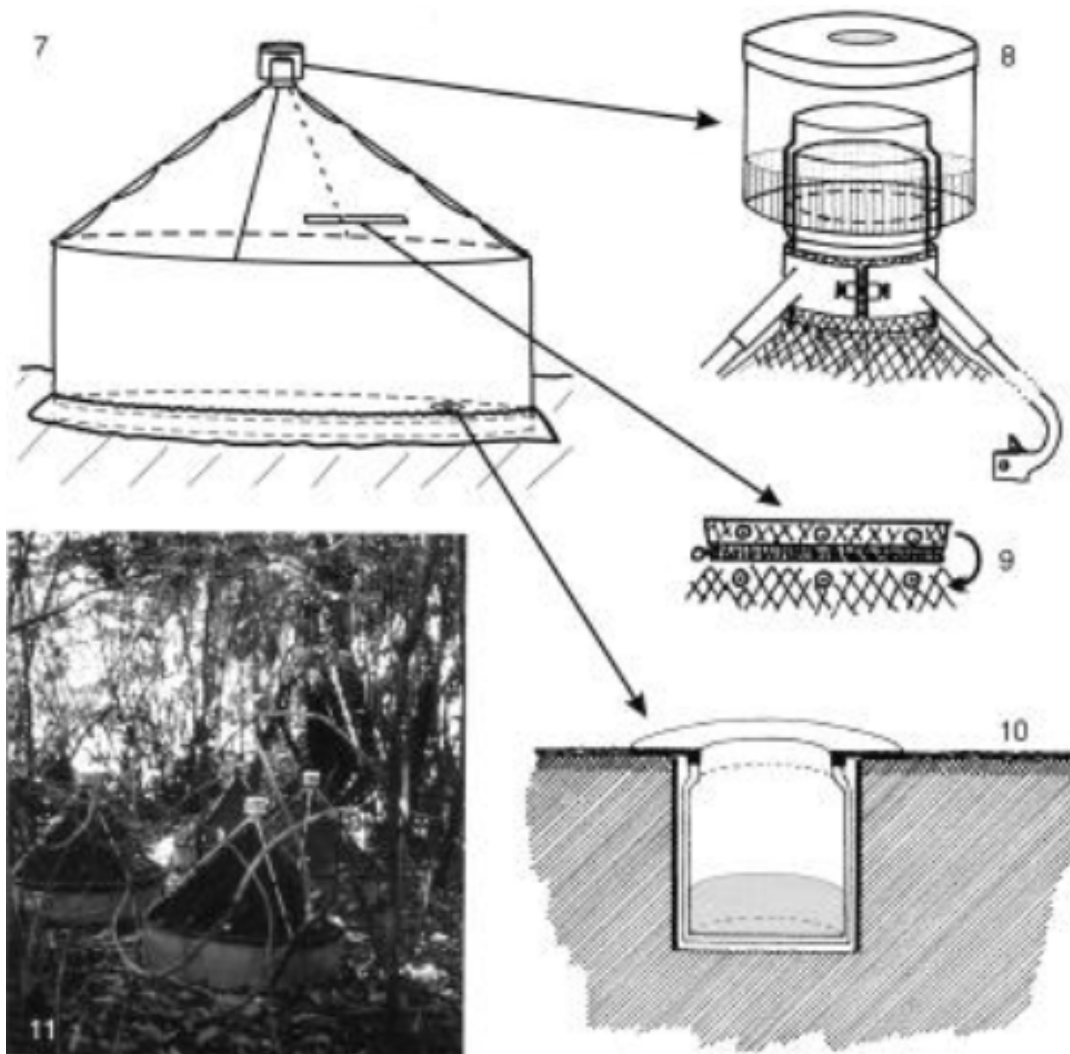


Figura 10 - Fotoelector de solo, mostrando os detalhes da armadilha. Vista geral do aparelho (a), frasco coletor contendo ácido pícrico como líquido preservativo/mortífero (b), detalhe de um zíper (c) existente no tecido da armadilha para facilitar a retirada das armadilhas do tipo pitfall instaladas no interior do elector (d) (conforme Adis, 2002).

C. Armadilhas Pitfall - Traps (Barber, 1931).

Armadilhas de alçapão, ou pitfall são os métodos de captura mais utilizados para monitorar invertebrados na superfície do solo. Os dados de captura são principalmente qualitativos e representam a densidade de atividade de artrópodes, não sua abundância (Adis, 2002). Entretanto, eles podem ser empregados para auxiliar na avaliação da dominância, biomassa, frequência de flutuações, ocorrência diurna/noturna, e ciclos de vida de artrópodes (maiores detalhes em Adis, 1979).

Descrição da armadilha

Os pitfalls sem isca consistem de um frasco de plástico de 1 litro, com uma tampa de rosca. Em seu interior são adicionados cerca de 350 ml de ácido pícrico aquoso (1:3) (ver fotoelectores de solo). A abertura das armadilhas possui 5,6 cm de diâmetro, a altura 20 cm. A tampa do frasco é cortada, e na abertura, um disco de material acrílico (10 cm de diâmetro) contendo com uma abertura circular no meio, semelhante ao diâmetro da tampa, é fixado na mesma. A superfície deste disco (anel plástico, Figura 10) é pintada com tinta preta, e sobre a tinta, uma camada de areia é pulverizada. A armadilha é segurada por um cano plástico, previamente inserido no solo com o auxílio de um trado e depois de instalada, o disco é apertado no chão para minimizar buracos entre a superfície da armadilha e o substrato, interrompendo a captura dos artrópodes (Figura 11).

Cada abertura de armadilha é protegida por um telhado feito com um quadrado de acrílico (20 x 20 cm), com a superfície envernizada e pulverizada com areia.

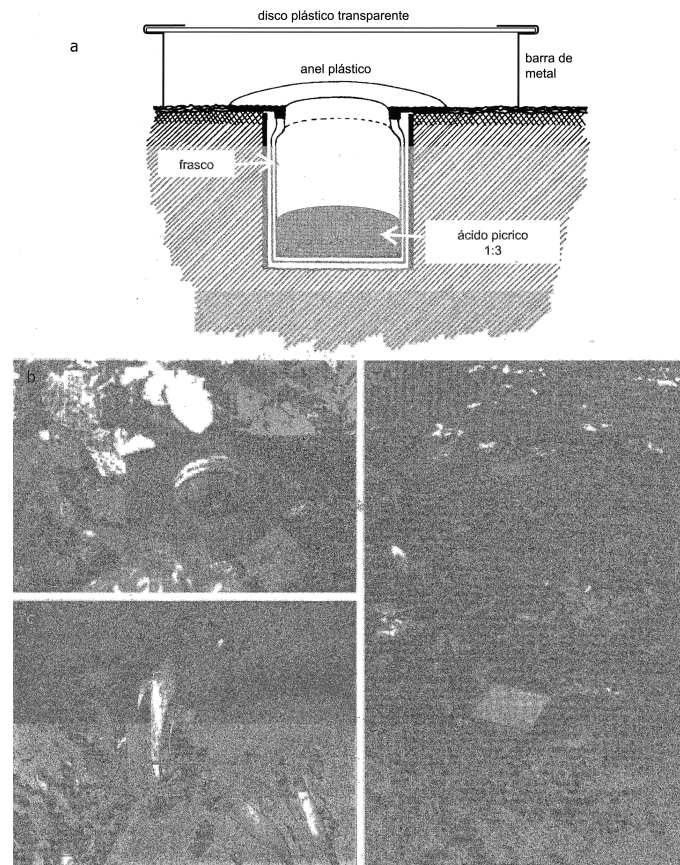


Figura 11 - Armadilhas do tipo pitfall, ou Barber-traps. Detalhes da armadilha (a -d) (conforme Adis, 2002).

D. Armadilhas do tipo pitfall circular (Ringbodenfalle) (Funke & Herlitzius, 1984).

Esta variação da armadilha pitfall, descrita acima, foi utilizada por Höfer (1990). É um pitfall grande e circular (60 cm de diâmetro), feito com plástico resistente cinza e composto por quatro compartimentos removíveis (ver Funke & Herlitzius, 1984) cobertos por uma proteção para chuva (prato circular com a superfície rugosa para reduzir a reflexão) (Figura 11a). Algumas destas armadilhas podem conter quatro barreiras feitas de metal (zinco), com 3 metros de comprimento (Figura 11c), que servem para direcionar os artrópodes até a armadilha. Também se usa uma solução aquosa de ácido pícrico (1:3; ver fotoeletrores de solo).

E. Armadilhas pitfall circular com/sem árvore artificial (Ringbodenfalle mit/ohne stammatrappe) (Funke & Sammer, 1980; Höfer, 1990).

É a mesma armadilha descrita acima, porém com a adição de uma árvore artificial no centro, confeccionada com uma folha de metal, pintada de preto e pulverizada com areia, em cujo topo um protetor para chuva evita o “alagamento” da árvore. A árvore (3 metros de altura) fica presa por cabos ao solo (Figura 12, b).

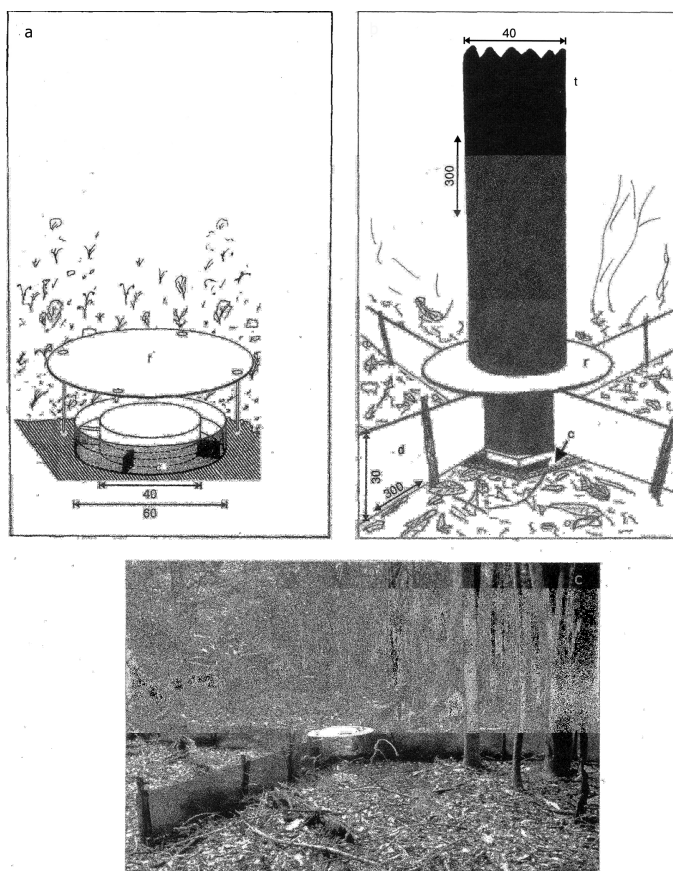


Figura 12 - Armadilhas pitfall circular com e sem árvore artificial (Ringbodenfalle) (conforme Adis, 2002).

4.2. Amostragens das formigas nas árvores

A. Fotoelectores de árvores (Funke, 1971, Adis, 1981).

Após emergirem, adultos de artrópodes que passam a sua fase larval no solo de florestas utilizam os troncos das árvores para migrarem para as copas, principalmente os insetos (Adis, 2002). Por outro lado, algumas espécies arborícolas descem temporariamente das copas e usam recursos no solo da floresta. Ambos podem ser amostrados através de funis presos aos troncos das árvores, denominados de fotoelectores (Funke, 1971). Estas armadilhas podem ser posicionadas de forma a capturar os artrópodes migrando para cima ou para baixo nos troncos (Funke, 1971). A captura também é qualitativa, assim como o pitfall, representando densidades de atividades. Este tipo de armadilha tem sido amplamente empregado para estudar migrações de artrópodes em função das estações climáticas do ano (pluviosidade diferente) e da fase aquática em áreas inundáveis na Amazônia Central (e.g. Adis, 1997; Adis & Schubart, 1984; Gauer, 1995; Franklin *et al.*, 1997).

Descrição da armadilha

Os fotoelectores de árvore são compostos por três ou quatro funis de tecido preto (74 cm de comprimento), cada qual com um frasco coletor no topo. Eles são fixos a uma altura de 3-4 metros no tronco formando um anel ao redor do mesmo (Figuras 13, 14 e 15). O frasco coletor é feito de plástico transparente, e é fixado na extremidade menor do funil de tecido. Os funis são presos ao tronco da árvore e posicionados com o auxílio de uma barra de metal em forma de "L". Uma extremidade é presa à árvore e a outra suporta o frasco coletor com a solução aquosa de ácido pícrico. Maiores detalhes sobre a armadilha podem ser obtidos em Adis (2002).

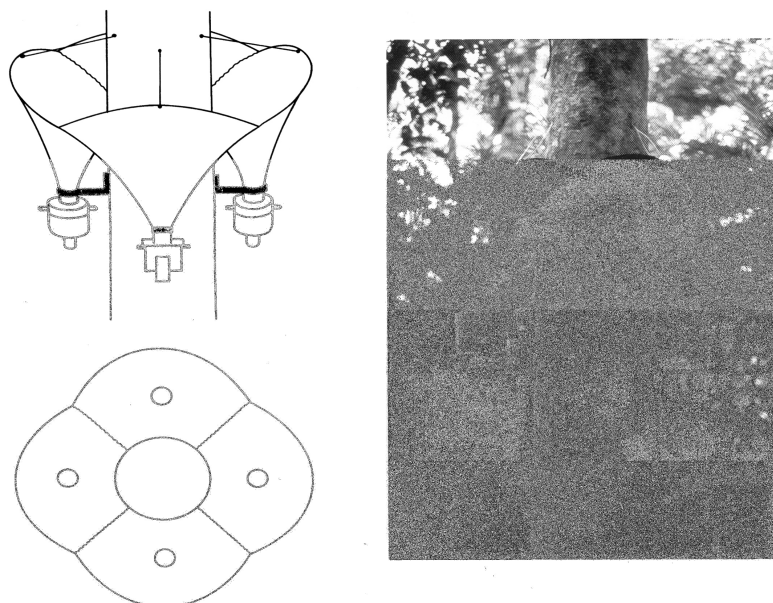


Figura 13 - Fotoeclector de árvores, para captura de artrópodes migrando verticalmente para baixo. Detalhes da armadilha (conforme Adis, 1987).

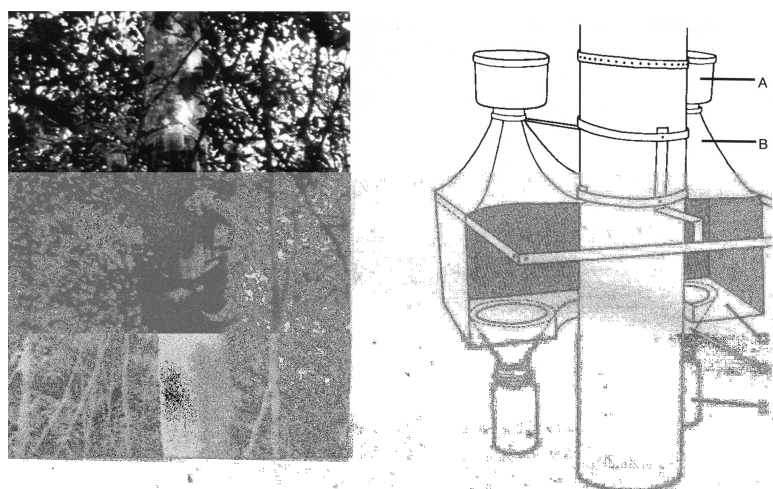


Figura 14 - Fotoeclector de árvores modificado, para captura de artrópodes em migração vertical para cima. A - frasco coletor, B - funil de tecido, C a E - armadilha pitfall para recapturar artrópodes em caso de fuga (conforme Adis, 2002). Esquerda: duas armadilhas originais (Funke, 1971; Adis, 1981), uma montada por cima da outra. Direita: armadilha fechada (detalhes em Adis, 2002).

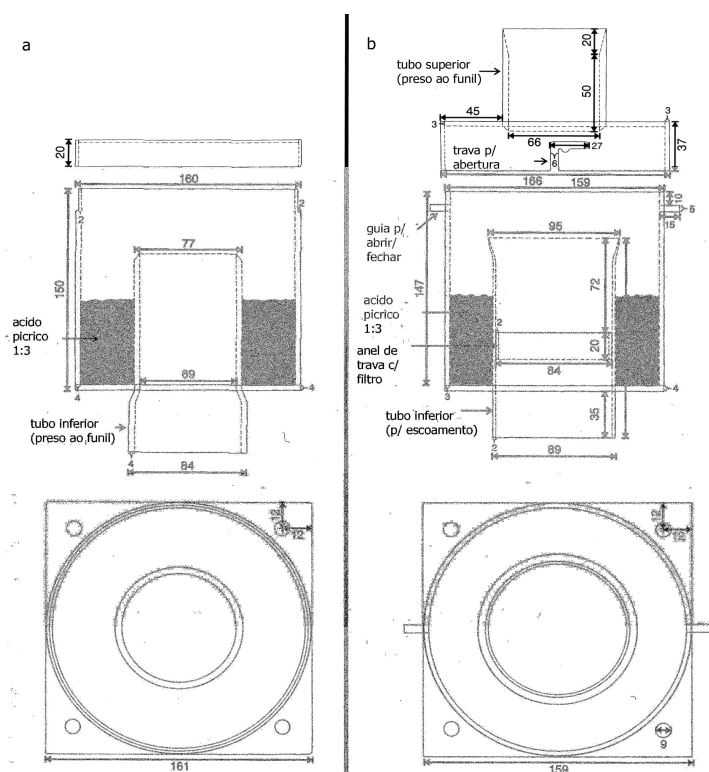


Figura 15- Detalhes dos frascos coletores dos fotoelectores de árvores. Frasco coletor “para cima” em (a) e “para baixo” em (b) (conforme Adis, 2002).

B. Nebulização de copa (Canopy fogging) (Stork *et al.*, 1997; Adis *et al.*;1998).

A nebulização de copa pode ser utilizada para pesquisas básicas ou aplicadas, envolvendo interações presa - predador, padrões de recolonização, estrutura da fauna em relação à fenologia da planta, entre outras (Stork *et al.*, 1997). Os procedimentos para realizar a nebulização dependem do tipo de copa a ser investigada (superior ou inferior), arbustos, etc. (Erwin, 1989; 1995). É um tipo de amostragem instantânea, semi-quantitativa. Vários trabalhos envolvendo a nebulização de copa foram realizados na Amazônia (e.g. Adis *et al.*, 1984, 1997, 1988; Erwin, 1983, 1988; Hurtado-Guerrero, 1999, Hurtado-Guerrero *et al.*, 2002; Harada & Adis, 1997, 1998; Höfer *et al.*, 1994).

Descrição do método

A nebulização é realizada com o auxílio de uma máquina (e.g. Swinfog SN50/ Alemanha). Uma variedade de inseticidas pode ser empregada, sendo que o mais utilizado é um piretróide puro ou natural com piperonyl butóxido como agente sinérgico, mas este tem sido substituído por piretróides químicos sintéticos, como Resmethrin, por exemplo. A utilização do piretróide natural sem agente sinérgico possibilita a coleta de artrópodes das copas ainda vivos, favorecendo experimentos de manipulação (Parmaan, 1994). As copas podem ser nebulizadas direcionando o jato de inseticida do chão ou suspendendo a máquina de nebulização com o auxílio de cordas e polias, ou ainda através de técnicas de escalada vertical até as copas, direcionando-se a máquina para que a neblina atinja apenas o raio desejado (Adis, 2002).

Uma “teia” de cordas de nylon é montada alguns metros abaixo da copa, cerca de 2 metros do solo, poucos dias antes da nebulização, de forma a cobrir mais do que 75% da área foliar da copa. Cerca de 18 funis coletores são então presos às cordas (Figura 16), alguns metros distantes do tronco da árvore a ser nebulizada, evitando as clareiras da copa (distribuição não aleatória). Cada funil tem 1m² de superfície é feito de nylon e o tecido é preso a uma circunferência de tubos de alumínio desmontáveis. Na extremidade de cada funil, fica preso um frasco coletor (500 ml, 5-10 cm diâmetro), o qual pode ser retirado e tampado posteriormente. Todos os frascos são numerados de acordo com a seqüência do funil. Transbordamento das amostras por água da chuva ou excesso de álcool é evitado devido a uma malha de gaze costurada próximo ao final do funil (Erwin, 1983).



Figura 16 - Nebulização de copa. Detalhes da montagem e disposição dos funis, e da Nebulização (conforme Adis, 2002).

A instalação dos funis e a preparação da máquina devem ocorrer uma hora antes da nebulização, de preferência nas últimas horas da madrugada (4:00 - 6:00 hs). A neblina deve ser lançada partindo da copa inferior (raio central), rodando a máquina em torno da árvore. A tendência da fumaça é subir e atingir as camadas superiores da copa. O tempo esperado de queda dos artrópodes varia, entretanto o recomendado é 2 horas (Adis, 2002). Após este período os funis são lavados com álcool 70% com o auxílio de um spray borrifador para retirar os artrópodes capturados no funil. Após este procedimento, os frascos são retirados dos funis, tampados, etiquetados e levados ao laboratório para triagem. A nebulização deve ser evitada logo após chuvas (devido às folhas estarem molhadas e provocar adesão dos artrópodes após a nebulização), ou ventos fortes (direciona a neblina para outras árvores).

5. AMOSTRAGEM DA FAUNA DE FORMIGAS

Os dados analisados neste trabalho foram todos obtidos através de inventários prévios realizados na ilha de Marchantaria, como mencionado anteriormente. Dados da mirmecofauna de solo e árvores foram inicialmente obtidos em coletas realizadas entre os anos de 1981-1982; 1984-1985; 1987-1988; e nebulização de copa realizada em Setembro de 1992. As amostragens são descritas de acordo com o autor da coleta, tipo de ambiente e ano de amostragem. Com exceção da nebulização de copa, maiores detalhes sobre os procedimentos amostrais deste trabalho são também descritos nas teses de doutoramento de J. Adis (1987) e H. Höfer (1990).

5.1. Floresta de Várzea no Lago do Camaleão, Canarana, Plantios de Juta e Malva, e Área desmatada - Adis, 1981-1982; 1984-1985, 1992.

Protocolo de coletas de solo

Nesta área foram empregadas armadilhas de solo do tipo "pitfall traps", extração da fauna edáfica através do extrator de Kempson e fotoelectores de solo. Para o Kempson foram empregadas as sondas de metal de 21 cm de diâmetro por 33 cm de comprimento. Doze amostras foram retiradas aleatoriamente ao longo de transectos dispostos na área com canarana e seis amostras retiradas respectivamente na área de floresta, e nos plantios de malva e juta. A profundidade da sonda variou de 0-7 cm (floresta, plantios e canarana) e de 0-14 cm no solo exposto na área alterada. Cada amostragem foi dividida em sub-amostras a cada 3,5 cm. Sete armadilhas do tipo "pitfall" foram instaladas a uma distância de 1m cada na floresta durante o período não inundado (até sete meses). A retirada das amostras foi bimensal. Três fotoelectores de solo também foram

instalados na floresta de várzea durante o mesmo período, sendo relocados após quatro semanas, também com uma retirada bimensal das amostras.

Protocolo de coletas nas árvores

A nebulização em copas foi realizada em Setembro de 1992, em quatro espécies arbóreas (Adis 1997, Adis & Harada, n. publ.) ou acima de 19 m de altura: *Triplaris surinamensis* Cham. (Polygonaceae), *Macrolobium acaciaefolium* Benth (Leguminosae), *Pseudobombax munguba* Mart. & Zucc. (Bombacaceae), e *Luehea* cf. *cymulosa* Spruce ex Benth (Tiliaceae), utilizando inseticida piretróide natural (pyrethrum pale, 1%) diluído em óleo diesel. Apenas um evento de nebulização foi realizado em cada árvore. Dezesesseis funis foram instalados em baixo de cada árvore, e tempo de captura dos artrópodes foi de 2 horas, após o encerramento da nebulização.

5.2. Floresta de várzea do Lago Central - Höfer, 1987-1988.

Protocolo das coletas de solo

Nesta área, para as coletas de solo, foram utilizadas armadilhas pitfall circular (Ringbodenfalle) com árvore artificial e fotoelectores. Uma armadilha de solo dividida em quatro setores, com árvore artificial foi montada na floresta e permaneceu no campo durante o período não inundado de 1987-1988 (6 meses) com retirada de material a cada 15 dias. Quatro fotoelectores de solo foram instalados durante o mesmo período, sendo que dois foram mudados de posição após quatro semanas e dois permaneceram no mesmo local. Eles permaneceram no campo por oito meses. O material coletado foi retirado das armadilhas a cada 15 dias.

Protocolo de coletas nas árvores

Para as coletas nas árvores, dois fotoelectores contendo quatro funis cada foram montados, durante a mesma época das coletas de solo, ambos para verificar a migração para cima. Um foi instalado em um indivíduo de *Pseudobombax munguba*. O outro foi montado em uma árvore confeccionada artificialmente. Esta "árvore artificial" assim com a utilizada no pitfall circular com árvore, é presa ao solo através de ganchos posicionados na extremidade superior (Höfer, 1990). Os fotoelectores de árvores permaneceram montados durante quatro meses, com retirada bimensal de material.

6. ANÁLISE DE DADOS

6.1. Descrição das análises.

Como mencionado, este trabalho foi desenvolvido com material coletado por diversos pesquisadores, cujo objetivo principal na época foi avaliar os efeitos da inundação em comunidades de artrópodes em áreas sujeitas à inundação periódica. Durante a execução destas atividades não houve um direcionamento metodológico que fornecesse subsídios para responder determinadas questões ecológicas sobre formigas como, por exemplo, empregar a mesma metodologia em várias áreas ao longo do tempo, o posicionamento adequado de armadilhas para garantir a independência amostral e por fim, réplicas em áreas semelhantes. Apesar das deficiências apresentadas, muitas informações puderam ser obtidas com estes dados, ressaltando a importância de analisar dados provenientes de inventários já realizados.

Considerando estas variações utilizei algumas ferramentas para avaliar os dados da maneira mais objetiva possível, assim análises de riqueza e diversidade foram empregadas como parâmetros numéricos, pois expressam a diversidade em função de curvas de acumulação e de índices de diversidade. Cada análise será detalhada especificamente nos capítulos que contém os resultados. Cada capítulo, por sua vez foi discriminado por autor, onde procurei nivelar o esforço amostral utilizado de acordo com o inventário, de forma a obter maior consistência e aproveitamento dos dados. Para calcular a diversidade de espécies, foram utilizados os estimadores propostos por Colwell & Coddington (1994), e abordagens de rarefação (Simberloff, 1979). A importância em padronizar estimativas de

diversidade através de índices que possam ser utilizados para outros grupos, torna a comparação entre estes estudos mais efetiva. Seis abordagens diferentes são propostas pelos autores, entretanto apenas quatro delas foram empregadas. Primeiramente por serem análises não paramétricas, isto é, não requerem normalidade na distribuição dos dados. Uma vez que a abundância (em termos de número de indivíduos capturados/espécie/armadilha) das formigas não obedece a uma distribuição normal (poucas espécies com muitos indivíduos e muitas com poucos), análises que sejam qualitativas e considerem dados de presença/ausência são mais aconselháveis. Segundo, pelo fato das armadilhas implicarem em probabilidade de captura, cuja variação entre as espécies também não é uniforme. Os estimadores empregados neste estudo foram testados para comunidades de formigas e mostraram-se bastante eficazes na estimativa do número esperado de espécies (Ketelhut, 1999). As rotinas destes cálculos de riqueza foram realizadas através de um programa desenvolvido dentro do pacote estatístico SYSTAT® (versão 9.0), e através do programa EstiMateS® 6.0 beta, desenvolvido por R.K. Colwell (1994-1997) e do programa Biodiversity Pro (Museu Nacional de História Natural -UK, 1997).

6.2. Diversidade Alfa

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon (Magurran 1988), e Série logarítmica de Fisher (Fisher *et al.* 1943) para cada amostra/habitat (Diversidade α , ou intra-ambiente). O índice de diversidade de Shannon-Weaver é dado pela equação:

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

O valor de P_i foi estimado através de n_i/N , denominado estimador de máxima probabilidade, sendo n_i o número de ocorrências da espécie i e N o número total de espécies (Pielou 1969) para cada transecto. Como este índice atribui menor peso as espécies raras, a uniformidade das distribuições de abundância foram calculadas através da fórmula:

$$E = H' / \ln S$$

O índice de diversidade de Fisher é descrito pela equação: $S = \log_e (1 + N/\alpha)$, onde α é o Índice de Diversidade, S o número de espécies na amostra e N o número total de indivíduos. Neste caso, o parâmetro N será substituído pela unidade amostral (determinada em cada capítulo dos resultados) com registro da espécie i , tendo em vista que o uso do número de indivíduos possui forte dependência com o caráter gregário produzido pela vida colonial das formigas (Romero & Jaffe, 1989). O parâmetro α possui boas propriedades matemáticas, independentemente do tamanho amostral (Wolda, 1983). Ele implica que o número de espécies raras (representadas por um único indivíduo ou espécime) possui valor máximo ocorrendo o contrário para espécies comuns (Krebs, 1989).

6.3. Diversidade Beta

Examinamos a diversidade beta utilizando a Análise de Afinidade (Instock & Scheiner, 1987; Scheiner, 1992). Através do coeficiente de similaridade Jaccard (1901), cuja fórmula $S_{ij} = c/(a+b+c)$, onde a e b são as espécies encontradas somente em i e j respectivamente, e c o número de espécies comuns às comunidades i e j (Sneath & Sokal, 1973). As similaridades entre todas as subunidades pareadas são computadas e determinadas uma média para cada subunidade. Posteriormente, são calculadas as "afinidades" geradas medindo a

distância relativa entre duas subunidades contra todas as outras subunidades. Este cálculo é realizado através de uma adaptação do teste de Wilcoxon que compara dados pareados distintos baseando-se no sentido e magnitude das diferenças entre cada par amostral em relação ao todo (Scheiner, 1992). A afinidade entre uma subunidade com ela mesma (A_{ij}) é igual a 0,5, pois $A_{ij} = 1 - A_{ij}$. Após a afinidade média ser calculada para cada subunidade, ela é plotada contra a similaridade média e a inclinação desta relação linear é computada através da fórmula: $m = r S_A / S_S$, onde r é o coeficiente de correlação, S_A o desvio padrão das afinidades médias e S_S o desvio padrão das similaridades médias. Esta inclinação mede a diversidade de padrões e a complexidade da paisagem. Para comunidades dentro de uma determinada paisagem esta medida é denominada Diversidade de Mosaico (m) (Instock & Scheiner, 1987).

Esta análise produzirá uma classificação e ordenação das comunidades através da comparação entre conjuntos formados a partir do grau de diferenciação da composição de espécies em relação a um conjunto modal, isto é, aquele que explica a maior parte da composição existente na área. Este conjunto modal, composto pela comunidade com maior número de espécies comuns da paisagem, será o ponto central para descrever a dispersão das demais comunidades. Assim, o Índice de Diversidade de Mosaico (m) exprime o quanto uma comunidade pode ser complexa a partir da composição de suas espécies. Os cálculos da Análise de Afinidade foram realizados utilizando o programa Affinity © 4.3 (Scheiner, 1992).

6.4. Dominância na comunidade

A dominância de espécies foi determinada através de (1) proporção de armadilhas nas quais a espécie ocorreu, (2) proporção destas armadilhas que elas

dominaram (i.e, onde atingiram um registro de captura elevado, em números de capturas/amostra/habitat), (3) proporção de armadilhas em que somente esta espécie ocorreu, e (4) proporção entre o número total de registros da espécie/armadilha/amostra/habitat e o número total de armadilhas instaladas durante o estudo. Foi empregado também o Índice de Dominância da Comunidade, através da fórmula: $CDI = 100 \times (y_1 + y_2 / y)$, onde:

y_1 = número de registros da espécie mais abundante

y_2 = número de registros da segunda espécie mais abundante

y = total de registros para todas as espécies

Este índice fornece a percentagem da abundância (que pode ser medida através da biomassa ou densidade) contribuída pelas duas espécies mais abundantes e a partir dos padrões de ocupação-dominância será possível detectar processos como uma possível exclusão de espécies ao longo de um determinado tempo (vazante ou cheia).

O Índice de Simpson (Simpson 1949), o qual avalia a probabilidade de que dois indivíduos selecionados ao acaso em uma mesma amostra sejam da mesma espécie foi empregado para avaliar a relação dominância/diversidade na comunidade. Ele é calculado através da fórmula: $L = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$, sendo n_i o número de indivíduos na espécie "i" e N o tamanho da amostra. Este índice varia inversamente com a heterogeneidade e confere relativamente pouco peso para as espécies raras e maior peso às comuns. Ele também pode ser expresso como $D = 1 - L$, cujos valores de D variam entre 0 (alta dominância = baixa diversidade) e $1 - 1/s$ (valor máximo), onde s é o número de espécies (Pielou, 1975; Sai & Mishra, 1986).

Para complementar o Índice de Berger-Parker (D) foi calculado para avaliar a dominância nos sítios amostrais, onde $D = N_{\max}/N$, sendo N_{\max} o número de registros da espécie mais abundante e N o número de registros totais (Russel-Smith & Stork, 1994).

7. RESULTADOS

7.1. Formigas da Ilha de Marchantaria (Amazonas, Brasil): riqueza de espécies e notas sobre a estrutura das comunidades em ambientes de uma área inundável.

Resumo

Foi realizada uma amostragem quantitativa de artrópodes por meio de três metodologias para coleta de fauna de solo em uma floresta de várzea, plantios de juta e malva, cordões de canarana e uma área alterada, presentes na Ilha de Marchantaria, AM, durante os anos de 1981-1982, e 1985-1986. Foram encontradas 55 espécies de formigas distribuídas em 24 gêneros e seis subfamílias. Uma análise na estrutura da comunidade indicou que as formigas que nidificam tanto em solo quanto sobre a vegetação são predominantes tanto em abundância como em número de espécies durante o período do estudo, assim como alguns grupos que nidificam em liteira. As subfamílias Myrmicinae e Formicinae representam em torno de 94% de todo material coletado, tanto em espécies como em número de indivíduos. Apesar de esforços amostrais diferentes causados pelo emprego de metodologias variadas em apenas um dos ambientes estudados (floresta de várzea) o resultado gerado através de estimadores de riqueza indica que o número de espécies encontradas durante o período de estudo corresponde ao valor esperado para comunidades de formigas de solo nesta área inundável.

INTRODUÇÃO

Os padrões de riqueza de muitas comunidades animais têm sido correlacionados com características do habitat há longo tempo (MacArthur, 1972; McGuinness, 1984; Hart & Horwitz, 1991; Huston, 1994; Mac Nally *et al.*, 2001). Ambientes mais complexos podem abarcar um potencial maior de recursos ou favorecer a segregação do ambiente em uma ampla variedade de micro-habitats (Mac Arthur *et al.*, 1996; Mac Nally *et al.*, 2001). A variedade de estruturas no ambiente tem um papel crucial em determinados ecossistemas, como provedora de refúgios (Bell *et al.*, 1991). Esta variabilidade pode ser determinada através de elementos tais como a composição florística, a zonação vertical da vegetação (Anderson *et al.*, 1979), a provisão de recursos e nutrientes ao longo do tempo (Harmon *et al.*, 1986) e a “composição” da cobertura do solo (presença de rochas, liteira, galhos e troncos) (Huey *et al.*, 1983). A maioria dos organismos que compõem este habitat possui alguma característica ligada a esta variabilidade estrutural, tanto para preencher alguma fase de seu desenvolvimento ontogenético (Mac Nally, 1995) como para persistir nestes ambientes em caso de perturbações.

A diversidade de formigas e a estrutura de suas comunidades têm sido tópicos relativamente bem estudados nos habitats tropicais, sejam eles compostos por ecossistemas florestais ou agrícolas (Power, 1996), e as formigas tendem a dominar tanto numérica como ecologicamente os ecossistemas onde são estudadas. Exemplificando, apenas para ecossistemas brasileiros, elas constituem cerca de 26 a 47 % da biomassa de artrópodes (Fittkau & Klinge, 1973; Adis *et al.*, 1984) em florestas tropicais, 51% do total do número de insetos arbóreos (Adis *et al.*, 1984)

e em torno de 10 - 33 % da biomassa de artrópodes em plantações de cacau (Majer et al., 1994). Uma das razões que implicam uma alta diversidade de espécies de formigas é a abundância de ambientes de nidificação favoráveis, e uma ausência relativa de fatores climáticos limitantes da densidade (Benson & Harada, 1988).

A riqueza e diversidade de formigas variam tanto em função da diversidade de espécies de plantas, como da diversidade estrutural do habitat onde são encontradas (Power, 1996). A disponibilidade de recursos ao longo do tempo, as condições microclimáticas, o sombreamento, a estrutura da camada de liteira, entre outros, são alguns dos fatores já investigados e que são determinantes nos padrões de riqueza de espécies de formigas (Torres, 1984; Andersen, 1990). O grau de interferência destes fatores na comunidade provavelmente varia, assim, as formigas que forrageiam sob o solo podem ser mais sensíveis a fatores que afetem o microclima na superfície do mesmo, tais como o sombreamento e as mudanças na camada de liteira, do que aquela porção da comunidade que utiliza o estrato arbustivo/arbóreo (Power, 1996). Além dos fatores bióticos mencionados, a magnitude da riqueza de espécies de formigas também é claramente influenciada por fatores como a duração da amostragem, o tamanho da área e o número de estratos onde o inventário foi realizado (Wilson, 1987; Majer & Delabie, 1994).

Apesar da grande quantidade de trabalhos envolvendo as modificações na estrutura da comunidade de formigas em função do hábitat (Alonso & Agosti, 2000) tanto em florestas de terra firme como em áreas alteradas e agrícolas, uma grande lacuna existe quanto a este tipo de trabalho em áreas alagáveis. No Brasil, Majer & Delabie (1994) compararam a composição e diversidade de formigas entre duas áreas de floresta não sujeitas à inundação e uma área de várzea, situada no Rio

Trombetas e observaram que a área de várzea apresentou menor número de espécies (55) de formigas e que existem variações na composição de espécies quando agrupamentos em guildas são considerados. Adis (1981) investigou os efeitos da inundação prolongada sobre diversos grupos de artrópodes em áreas de floresta de várzea e igapó, inclusive sobre Formicidae. Ele observou um aumento na densidade de atividade de formigas migrando para cima dos troncos de árvores no início da fase de submersão e para baixo no início da fase de emersão. Adis et al. (2001) observaram algumas estratégias de sobrevivência em formigas no Pantanal Matogrossense (MT), entre elas, a agregação de indivíduos formando “redes flutuantes” que se deslocam sobre a água ou ainda agregações de *Dorymyrmex aff. pyramicus* em ramos de grama. Apesar das diferenças na abundância e atividade geral de formigas apresentadas entre períodos inundados e não-inundados (Adis, 1981; Adis et al., 1984; Majer & Delabie, 1994; Milford, 1999) e correlacionadas com a umidade do solo (Levings, 1983), estudos detalhados sobre as variações na estrutura da comunidade de formigas em áreas de floresta inundável (e.g. várzea) ainda são necessários.

Considerando aspectos como a estrutura da vegetação (florestas de várzea e áreas alteradas), as variações entre períodos de seca e vazante na várzea e entre estações, neste capítulo são descritas as diferenças ocorridas na estrutura da comunidade de formigas (composição, riqueza e diversidade de espécies) capturadas por meio de amostragens no solo utilizando armadilhas do tipo pitfall-traps e extração através do método de Kempson, em uma área de várzea localizada na Ilha de Marchantaria, AM.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Ilha da Marchantaria, município de Iranduba (03°15'00"S, 60°00'00"W). Ela é a primeira ilha localizada no Rio Solimões, na confluência com o Rio Negro, e é formada basicamente por sedimentos fluviais, predominando montmorilonita (Adis, 1987). Esta região é caracterizada por um clima tropical úmido e precipitação média anual em torno de 1.771 mm, com a época chuvosa de dezembro até maio. O padrão de alagamento desta área é de 5-7 meses (março/abril - agosto/setembro), com uma amplitude em torno de 10 m (Piedade, 1993).

As coletas ocorreram durante o período não-inundado na ilha (vazante). Na área de floresta de várzea elas foram realizadas entre janeiro de 1981 e março de 1982. Na área alterada, com solo exposto, a amostragem foi realizada durante dezembro de 1985, março e novembro de 1986. Nos plantios de *Urena lobata* (Malva) e de *Corchorus capsularis* (Juta) em março de 1986, e em cinturões de *Echinochloa polystachia* (Canarana) durante fevereiro e dezembro de 1985 e março de 1986. Para estas amostragens sondas de metal de 21 cm de diâmetro por 33 cm de comprimento, foram empregadas para retirada de discos de solo e extração dos artrópodes através do método de Kempson (e.g. Adis, 1987; 2002). Doze amostras de solo foram retiradas aleatoriamente ao longo de transectos dispostos na área com canarana em duas profundidades e seis amostras retiradas na floresta, plantios de malva, juta e solo exposto respectivamente a cada mês, também em duas profundidades (a cada 3,5 cm). A profundidade da sonda variou de 0-7 cm (floresta, plantios e gramínea) e de 0-14 cm no solo exposto. Sete armadilhas do tipo Pitfall

(Barber) traps foram instaladas na área de floresta de várzea e três fotoelectores de solo também permaneceram nesta mesma área durante toda a fase de emersão (entre setembro de 1981 a março de 1982). O período total de amostragem na floresta foi de nove meses. As coletas em áreas de gramíneas e solo exposto foram realizadas no final de 1985 e início de 1986 por três meses, e nos plantios apenas um mês de coleta foi realizado. O número de amostras/método/ambiente pode ser visualizado na Tabela 1. Medidas de variação no nível do Rio durante o período de estudo foram obtidas no Porto de Manaus e dados de precipitação foram coletados na Estação Climatológica do Caldeirão em Iranduba - Embrapa, Amazônia Ocidental (Figura 1).

Tabela 1. Esforço de captura de formigas através de amostras de solo na Ilha de Marchantaria.

Método	Local	Período	Número amostras*	Taxa de captura**
Extração Kempson	Floresta	5 meses	12/60/48	3.708 (77,25)
	Canarana	2 meses	24/48/36	1.635 (45,42)
	Malva	1 mês	12/12	1.676 (139,66)
	Juta	1 mês	12/11	216 (19,64)
	Solo exposto	3 meses	12/36/9	89 (9,88)
Pitfall traps	Floresta	7 meses	7/49/45	1.539 (34,2)
Fotoelector	Floresta	7 meses	3/25/25 ¹	3.277 (136,54)
TOTAL		9 meses	185	12.140

* Instaladas por Mês/Total /com formigas , **Número de indivíduos totais / amostras com formigas.

¹ Três amostras "teste" foram coletadas no mês de Fevereiro de 1982.

Considerando que os dados não foram obtidos em sua totalidade através de um esforço amostral semelhante, e que a distribuição dos mesmos não apresenta um padrão normal, os testes empregados para comparar alguns resultados obtidos, quando necessários, foram não paramétricos. Foi empregado o teste de Kruskal-

Wallis para avaliar se existem diferenças entre as populações de formigas amostradas em cada ambiente estudado, e se estas diferenças possuem relação com a época do estudo (estação). Alternativamente, cada ambiente foi analisado isoladamente e posteriormente os resultados caso a caso foram avaliados considerando a composição da comunidade de formigas.

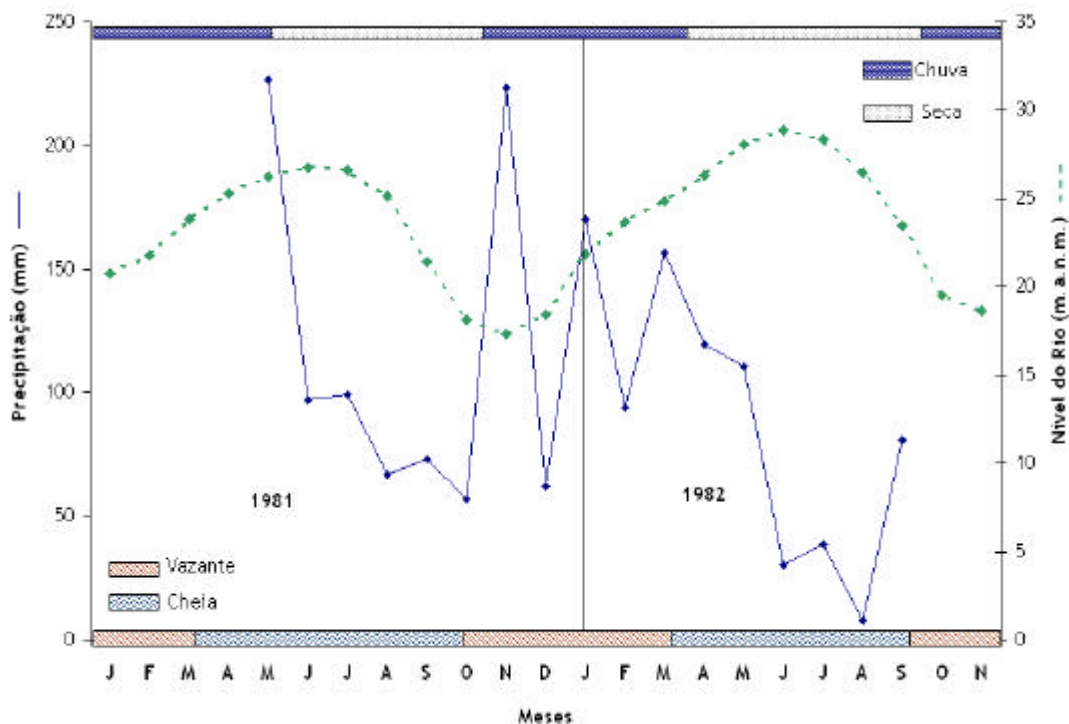


Figura 1. Variação pluviométrica, flutuação do nível do rio, duração do regime hidrológico e das estações durante os anos de 1981 e 1982.

Apesar dos métodos apresentarem diferenças quanto à probabilidade de captura (veja Adis, 2002 para referências), estimadores de diversidade foram empregados para avaliar a comunidade quanto ao número de espécies observadas e esperadas. Para o cálculo dos estimadores e demais análises as unidades amostrais

foram determinadas:

a) Os dados da extração de solo com Kempson, cada unidade amostral corresponde ao ponto de extração/mês (canarana n = 36; floresta de várzea n = 48; juta n = 11; malva n= 12), uma vez que a retirada de amostras é pontual e instantânea, isto é, retira os artrópodes que estão limitados ao raio e profundidade da sonda (21 cm x 33 cm) no momento da coleta. A mesma premissa foi empregada para os fotoelectores de solo (Floresta de várzea n = 24).

b) para os Pitfalls, a unidade amostral corresponde a um grupo de sete armadilhas instaladas/mês. Estas armadilhas durante a época da pesquisa não foram instaladas a uma distância mínima de 100 metros, o que garantiria a independência entre amostras, assim optei por agrupá-las por mês no ambiente onde foram instaladas (Floresta de várzea n = 7, de um total de 45 pitfalls contendo formigas).

O índice de diversidade de Mosaico (Scheiner, 1992; Instock & Scheiner, 1987) foi utilizado para verificar diferenças na composição da fauna entre amostras em um mesmo ambiente de captura e entre os ambientes para um único método amostral. Para a comparação entre ambientes, foi tomado como premissa o número mínimo de amostras com formigas (n= 9 na área alterada) para apenas uma metodologia (extração de solo com Kempson). Inicialmente as amostras totais foram separadas entre números pares e ímpares, e sorteadas. Posteriormente foram excluídas da análise aquelas espécies que ocorreram apenas uma vez. O índice então foi calculado com dados de presença/ausência de espécies em cada ambiente (matriz final n. espécies = 8; n. ambientes = 5). Para as análises de

diversidade dentro de um mesmo ambiente, as unidades amostrais que compuseram a matriz foram confeccionadas isoladamente para o total de meses amostrados (e.g. Pitfall traps) e para o total de pontos (e.g. Kempson e Fotoelector).

Uma classificação para os gêneros de acordo com o hábito de nidificação, hábito alimentar, grau de especialização alimentar e grupo funcional foi realizada com informações obtidas em trabalhos publicados (Hölldobler & Wilson, 1990; Majer & Delabie, 1994; Agosti, 2000). Outras considerações sobre o hábito de determinados gêneros foram feitas com base em observações realizadas em campo.

RESULTADOS

Composição geral

Nas amostragens realizadas através de metodologias de solo, foram encontradas 55 espécies de formigas, pertencentes a 24 gêneros e seis subfamílias. O número total de indivíduos coletados nos ambientes situados próximos ao Lago do Camaleão foi de 12.140 indivíduos (Tabela 2). A subfamília Myrmicinae foi predominante com 62,76% de todos os indivíduos capturados nos três métodos empregados. Formicinae correspondeu a 31,43 % das capturas, Ponerinae a 4,76%, Dolichoderinae a 0,53% e Pseudomyrmecinae a 0,51% (Figura 2).

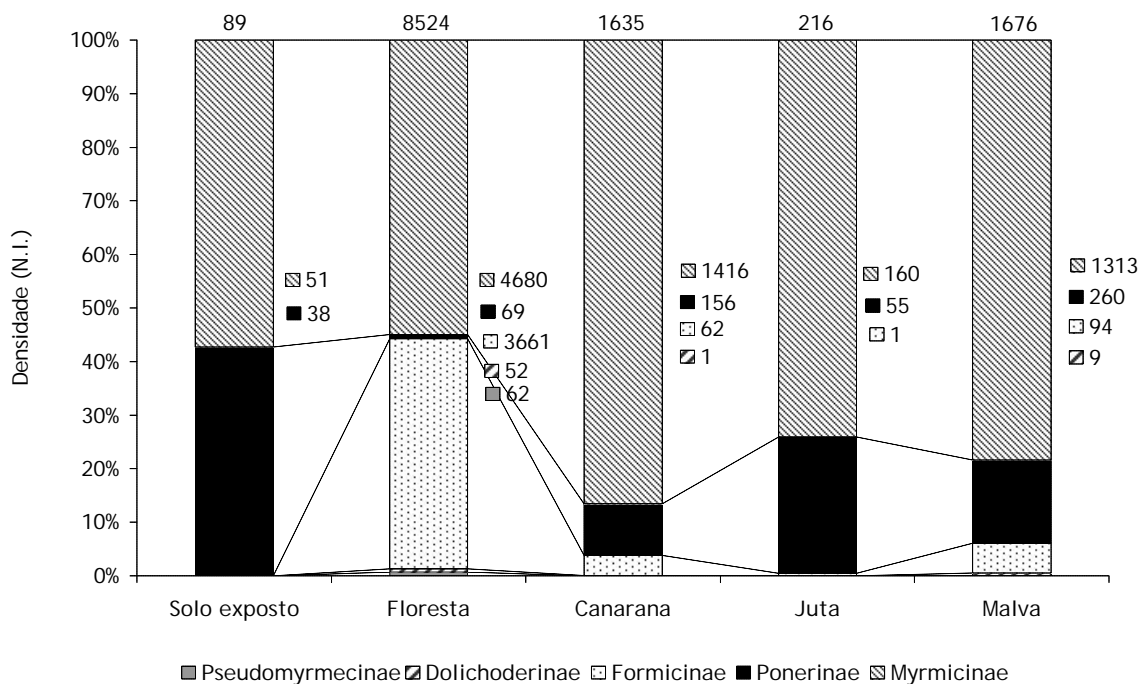


Figura 2. Subfamílias de formigas amostradas em armadilhas de solo, em cinco ambientes na Ilha de Marchantaria, AM. À direita das barras, o número total de indivíduos capturados em cada subfamília por ambiente correspondente.

O ambiente que apresentou maior número de espécies, gêneros e indivíduos foi o de floresta de várzea (55, 23, 8.524 respectivamente). Apesar de ter sido feita apenas uma amostragem através de um único método durante o período de um mês (extração com Kempson), o plantio de Malva (*Urena lobata*) teve o segundo maior número de espécies e indivíduos (12 espécies, 6 gêneros, 1676 indivíduos), seguido pela área de Canarana (*Echinochloa polystachia*) (10 espécies, 7 gêneros e 1635 indivíduos) e pelo plantio de Juta (*Corchorus capsularis*) (9 espécies, 6 gêneros, 216 indivíduos). A área de solo exposto apresentou apenas três espécies em dois gêneros diferentes e um total de 89 indivíduos.

A caracterização da fauna de formigas (Apêndice 2) revelou que os gêneros hábeis em nidificar tanto no solo como nas árvores são predominantes em todos os ambientes amostrados (Figura 3a). Além de gêneros que nidificam em solo e nas árvores (4 gêneros, 17 espécies), apenas a floresta de várzea apresentou gêneros que também ocorrem exclusivamente em árvores (7 gêneros, 21 espécies). O plantio de malva (*U. lobata*) apresentou a maior abundância relativa de formigas que nidificam em liteira (*Hypoponera*, 2 espécies). Este gênero também ocorreu com maior abundância em *E. polystachia*, e *C. capsularis* e no solo exposto, do que na área de floresta (Figura 3 a).

Quanto ao hábito alimentar (Figura 3b) cerca de 65,68% das formigas amostradas são Onívoras (10 gêneros, 25 espécies), e 30,46% correspondem a gêneros que podem ter hábitos alimentares tanto saprófagos quanto onívoros (4 gêneros, 12 espécies). Os demais 3,84% correspondem a gêneros que se alimentam de fungos (*Atta*, *Acromyrmex* e *Cyphomyrmex* - 2,30% dos indivíduos amostrados,

com uma espécie para cada gênero), ou predadores (e.g. *Pseudomyrmex*, *Pachycondyla* - 0,76% dos indivíduos amostrados, 13 espécies).

Tabela 2. Número de espécies e número de indivíduos totais (NI) amostrados em cinco ambientes diferentes por meio de metodologias de amostragem em solo na Ilha de Marchantaria, AM. E - Fotoeclector de solo, P - Pitfall traps, K - Extração através do método de Kempson. A-1981, B-1982, C-1985 e D-1986.

Gênero (N. sp) / Ano	Floresta de Várzea						Solo		Canarana		Plantios ¹		NI
	EA	EB	PA	PB	KA	KB	KC	KD	KC	KD	KD*	KD**	
<i>Acromyrmex</i> (1)				1		1							205
<i>Azteca</i> (2)	1		2	1									17
<i>Brachymyrmex</i> (1)	1	1											86
<i>Camponotus</i> (2)	1		2										4
<i>Cephalotes</i> (1)			1										2
<i>Crematogaster</i> (4)	2		4	3	1								53
<i>Cyphomyrmex</i> (1)	1		1	1					1		1		74
<i>Dolichoderus</i> (3)	2	1	3	1	1								34
<i>Gnamptogenys</i> (1)	1												1
<i>Hylomyrma</i> (2)		1	2	2	1	1							64
<i>Hypoponera</i> (2)	1				1	2	1		1	2	2	2	559
<i>Odontomachus</i> (1)					1								1
<i>Pachycondyla</i> (1)			1	1									8
<i>Paratrechina</i> (5)	5		5	4	2					1	1	1	3276
<i>Pheidole</i> (8)	2	3	5	7	3	3			1	1		2	3035
<i>Platythyrea</i> (2)	1	2		1									9
<i>Pseudomyrmex</i> (7)	1	2	4	1									61
<i>Solenopsis (Diplor.)</i> (1)	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	575
<i>Solenopsis</i> (2)	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3563
<i>Strumigenys</i> (1)						1							12
<i>Tapinoma</i> (3)	1		1		1					1		1	1
<i>Wasmannia</i> (2)			1	1	1	1				1	1	1	26
<i>Xenomyrmex</i> (1)			5										5
N. identificada			1		1	1							7
NI por método/Ano	246	3031	863	676	366	3342	40	49	227	1408	216	1676	12140

* Juta, ** Malva. Entre parênteses - Núm. de espécies total encontrado para o gênero respectivo.

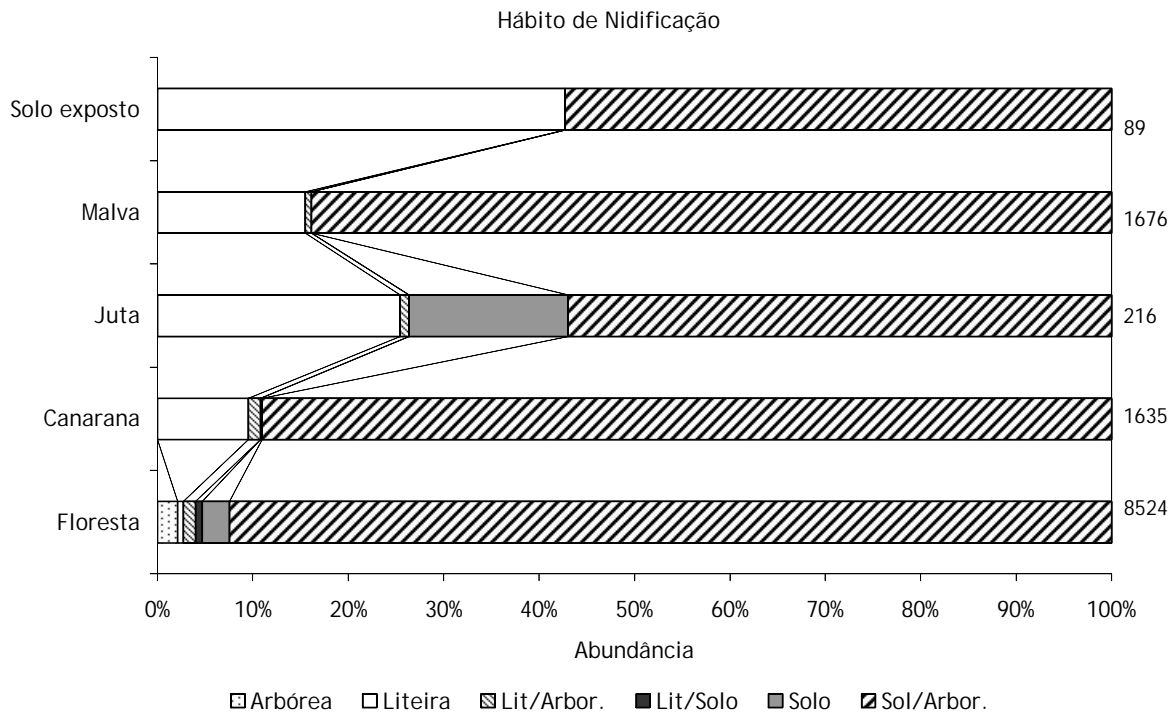


Figura 3a - Caracterização quanto ao hábito de nidificação da fauna de formigas amostradas através de metodologias de solo em cinco ambientes na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. L - Liteira, L/A - Liteira ou Arbórea, L/S - Liteira ou Solo, S/A - Solos ou Árvores.

Uma pequena fração (ca. de 0,77% dos indivíduos amostrados) pertence a formigas que se alimentam exclusivamente de pólen ou néctar (e.g. *Xenomyrmex*) ou são estritamente saprófagas (*Cephalotes*). Cerca de 97,36% de todos os indivíduos são generalistas, isto é não apresentam especialização quanto ao tipo de dieta alimentar. Apenas 2,64% dos gêneros são especialistas.

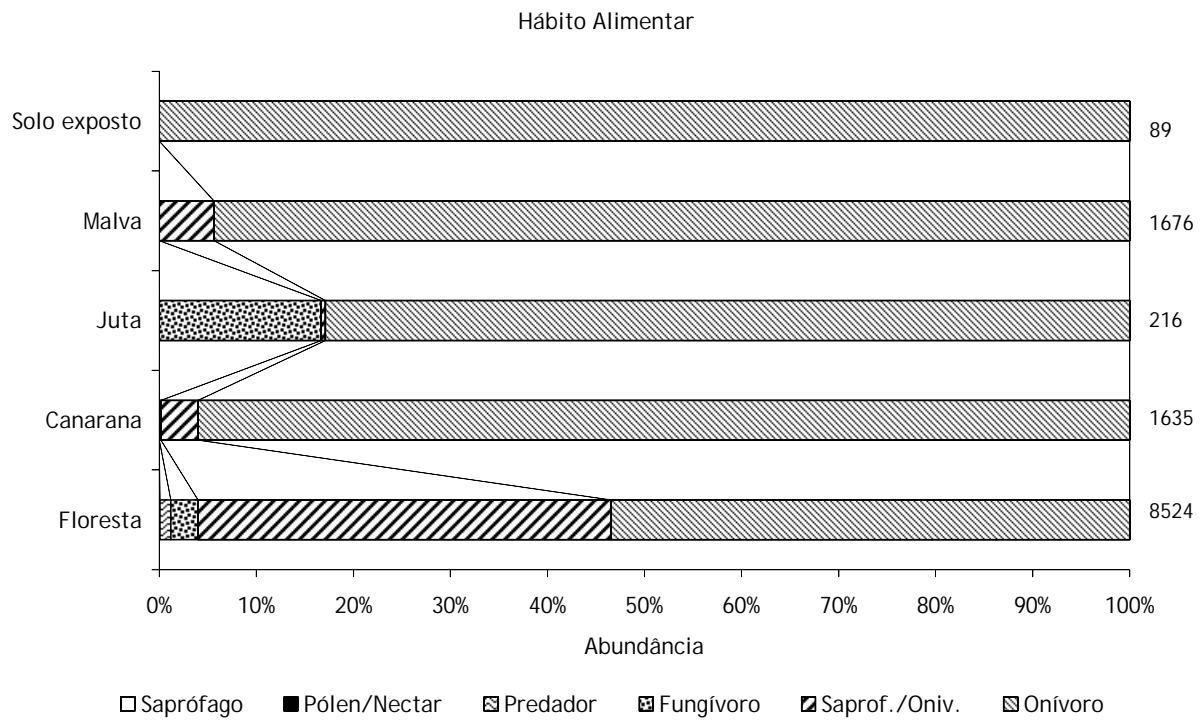


Figura 3b. Caracterização quanto ao hábito alimentar da fauna de formigas amostradas através de metodologias de solo em cinco ambientes na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. S/O - saprófago ou onívoro.

A maior parte dos gêneros, quando categorizados quanto ao grupo funcional, são membros generalistas pertencentes à subfamília Myrmicinae (59,73%; 4 gêneros e 17 espécies). A segunda categoria com maior representatividade é composta por gêneros oportunistas (29,43%; 2 gêneros e 7 espécies), seguida em ocorrência, porém não em número de espécies/categoria, por gêneros que ocorrem apenas em áreas tropicais (ECT, 4,69%, 13 gêneros e 18 espécies) (Figura 3 c).

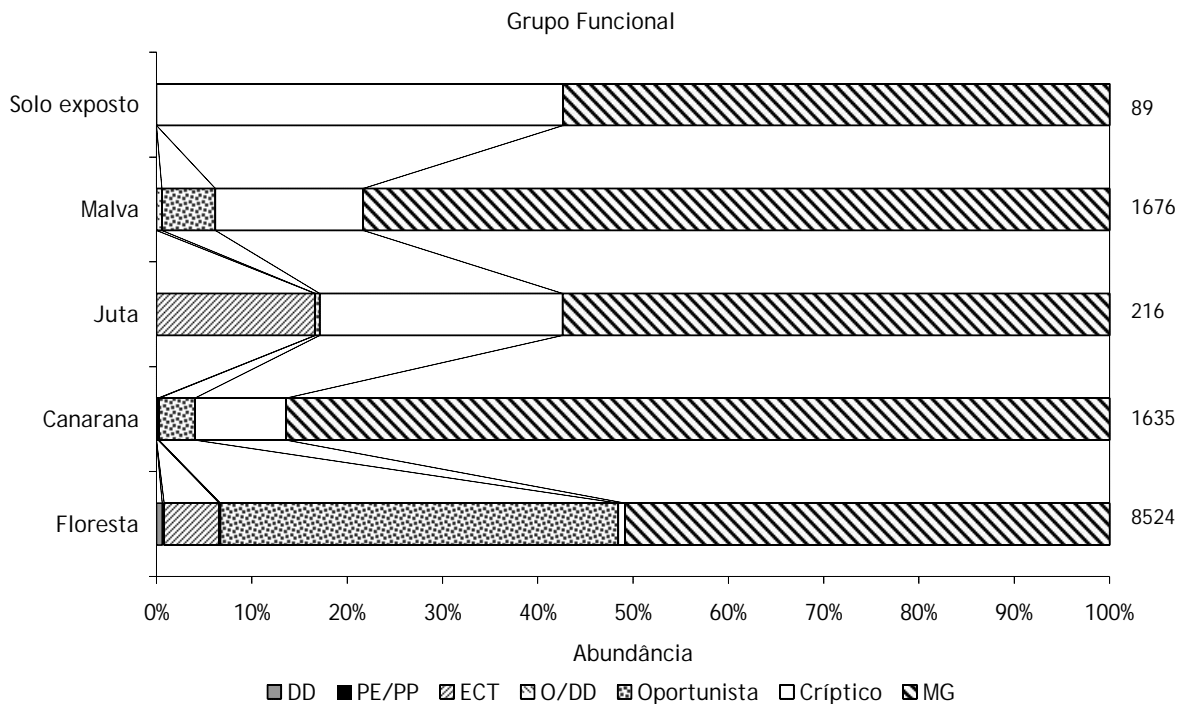


Figura 3c. Caracterização quanto aos grupos funcionais de formigas encontrados nos cinco sítios estudados na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. DD - Dolichoderinae dominante, PE/PP - Ponerinae Especializado/Predador, ECT - Grupos especialistas de Climas Tropicais, O/DD Oportunista/Dolichoderinae dominante, MG - Myrmicinae generalista.

A floresta de várzea, desta forma, foi o ambiente que apresentou maior número de espécies e variabilidade de guildas do que os demais ambientes (resultados no Apêndice 1) mesmo quando apenas um método (Kempson) foi empregado para realizar a comparação entre as áreas.

Comparações da fauna de formigas entre os ambientes estudados quanto ao hábito de nidificação apresentaram diferenças significativas quanto à composição de espécies (KW_4 g.l. = 39,792; $p= 0,0001$), porém cabe ressaltar novamente que

para realizar tal comparação apenas os dados obtidos através do método de Kempson foram avaliados. Isso significa que a floresta de várzea apresenta uma composição variável em torno de mais guildas diferentes, enquanto que as demais áreas apresentam poucas guildas cuja composição de espécies é mais simplificada.

Apenas três espécies foram encontradas respectivamente em todos os sítios, e tal valor cai para uma espécie, considerando apenas os dados obtidos nas extrações de solo. O número de espécies em comum aumenta para cinco quando o ambiente de solo exposto é excluído, e apenas duas espécies co-ocorrem em pelo menos dois ambientes. Este resultado implica em uma similaridade extremamente baixa entre os ambientes amostrados, sem variações drásticas mesmo quando os métodos de captura são agrupados. Apesar de um aumento na similaridade entre a floresta e os plantios, o valor encontrado ainda reforça a distinção entre os sítios quanto à composição de espécies (Tabela 3a e 3b).

Tabela 3a. Matriz de Similaridade de Jaccard, entre os ambientes amostrados. Todos os métodos agrupados.

	Solo Exposto	Floresta	<i>E. polystachia</i>	<i>C. capsularis</i>	<i>U. lobata</i>
Solo Exposto	*	5.4545	30	33.3333	25
Floresta	*	*	18.1818	16.3636	19.6429
<i>E. polystachia</i>	*	*	*	72.7273	69.2308
<i>C. capsularis</i>	*	*	*	*	50
<i>U. lobata</i>	*	*	*	*	*

Tabela 3b. Matriz de Similaridade de Jaccard entre os ambientes amostrados. Dados obtidos apenas através da extração de solo (Kempson).

	Solo exposto	Floresta	<i>E. polystachia</i>	<i>C. capsularis</i>	<i>U. lobata</i>
Solo exposto	*	14.2857	30	33.3333	25
Floresta	*	*	34.7826	30.4348	37.5
<i>E. polystachia</i>	*	*	*	72.7273	69.2308
<i>C. capsularis</i>	*	*	*	*	50
<i>U. lobata</i>	*	*	*	*	*

Os índices de diversidade de Shannon e Alfa de Fisher calculados apenas para as amostragens com extração de solo tiveram seus maiores valores na floresta e em *U. lobata* (Shannon) e *C. capsularis* (Alfa). A diversidade de Mosaico, a qual exprime a diversidade de padrões dentro da comunidade expressa através da similaridade entre seus componentes registrou valores mais altos nos ambientes de *U. lobata* e na floresta, respectivamente (Tabela 4). Este último índice indica que um único ponto amostrado pode apresentar tanta variação quanto em vários pontos, formando assim um mosaico distinto quando reagrupados. O índice de dominância na comunidade total foi alto. Cerca de 46,29% (*C. capsularis*) a 87,64% (Solo Exposto) da densidade total de formigas amostradas foram dominadas por apenas duas espécies (*Solenopsis saevissima* e *Paratrechina* sp.3). A dominância de espécies isoladas em cada ambiente ficou em torno de 61,81% em *U.lobata* a 24,53 % em *C. capsularis*. *Solenopsis saevissima* foi a espécie dominante em Solo Exposto,

plântio de *C. capsularis* e *E. polystachia*, sendo também a segunda espécie mais dominante na Floresta. Nesta área, *Paratrechina* sp. 3 foi a espécie mais dominante. *Pheidole* sp. 10 ocorreu em grande número de indivíduos em *E. polystachia* e *U. lobata*.

Tabela 4. Índices de diversidade em cinco ambientes, calculados para a fauna de formigas amostrada através de extração de solo (Kempson).

Ambiente	Espécies	Densidade	Shannon(H'Max)	Alfa	Mosaico (R ²)
Floresta	20	3708	1,322	2,947	2,203 (0,96)
<i>E. polystachia</i>	10	1635	1,000	1,421	1,894 (0,94)
<i>U. lobata</i>	12	1676	1,079	1,751	2,276 (0,95)
<i>C. capsularis</i>	10	216	0,954	1,898	1,918 (0,94)
Solo exposto *	3	89	0,477	0,600	0
Total	55	7324	2,250	3,390	3,885 (0,94)

As curvas de dominância-diversidade (Figura 4) mostram que os valores no sítio de floresta são mais contínuos, e que a distribuição de abundância apresenta-se mais voltada para a forma logarítmica, evidenciada por uma justaposição dos pontos na abscissa, principalmente compostos por espécies cuja abundância é média ou baixa (Magurran, 1988). Observando apenas os dados da floresta é possível verificar que a densidade das espécies encontradas é mais equitativa, inclusive ao longo dos meses amostrados (Figura 5 a, b e c). As demais áreas, por sua vez apresentam curvas cuja distribuição é geométrica refletindo novamente

que estes ambientes apresentam uma diminuição na diversidade representada pelo baixo número de espécies e por padrões de dominância elevados.

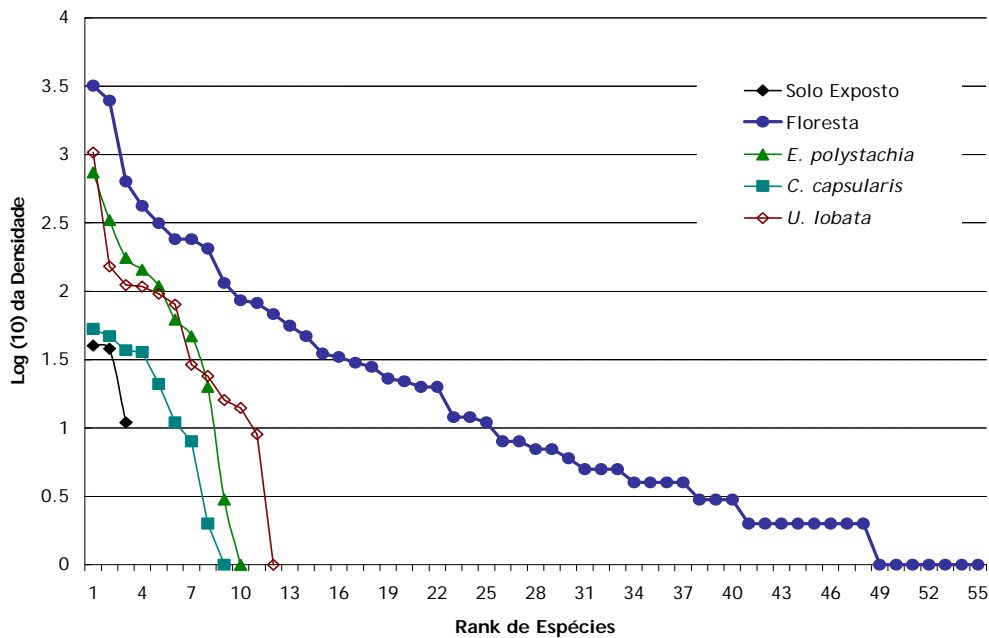


Figura 4. Curvas de dominância-diversidade de espécies de formigas em cinco ambientes localizados na Ilha de Marchantaria, AM.

Com relação às amostras realizadas na floresta de várzea, aquelas realizadas através da extração de solo (Kempson) e do Fotoeclor amostraram um número menor de espécies distribuídas em poucos indivíduos com baixa dominância ao longo dos meses de estudo (Figura 5a e 5b), enquanto que as amostragens através de Pitfall-traps apresentaram número maior de espécies por mês e a distribuição de abundância destas foi menos eqüitativa do que nos demais métodos (Figura 5c).

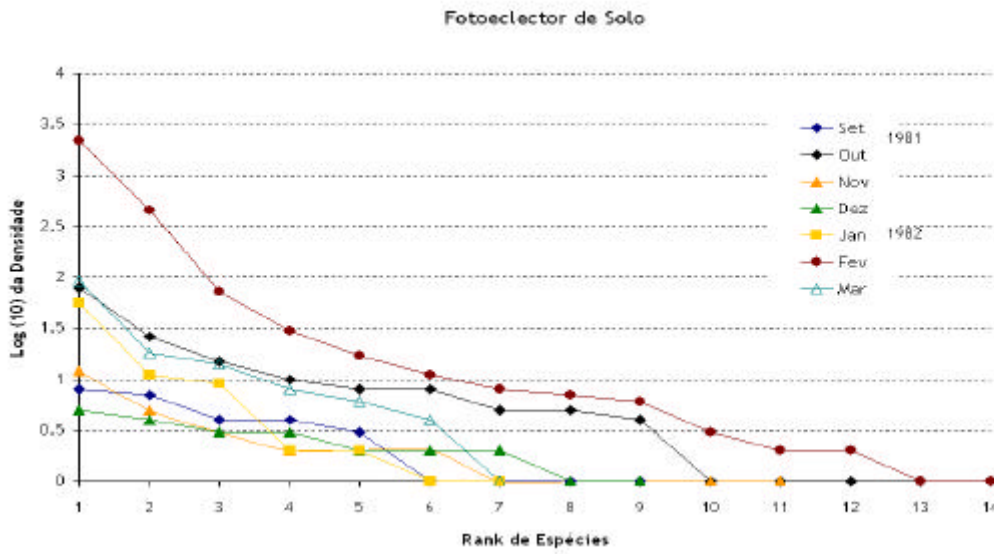


Figura 5a. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas presentes em Floresta de várzea durante sete meses de amostragem, coletadas por meio de Fotoelectores de Solo (n. amostras = 24).

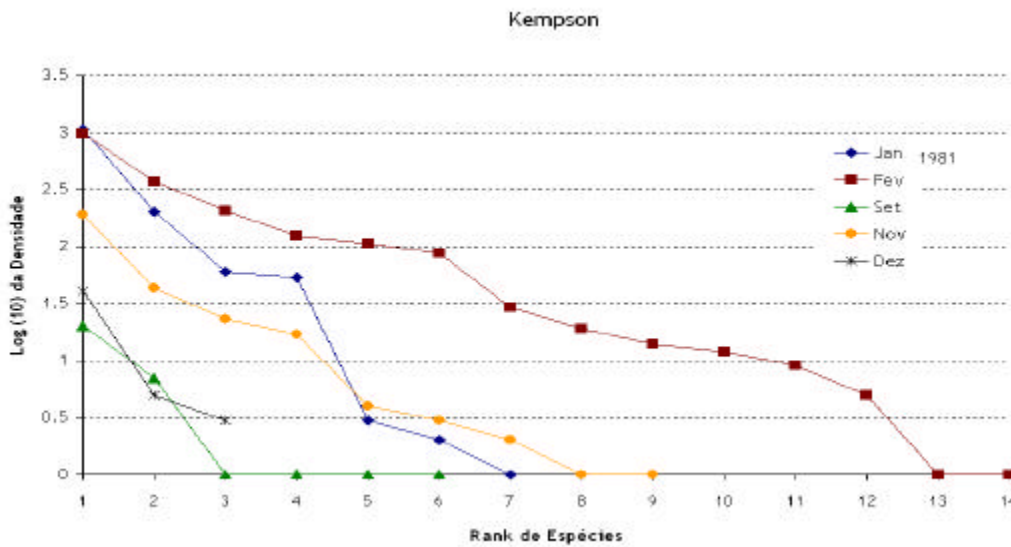


Figura 5b. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas presentes em Floresta de várzea durante cinco meses de amostragem, coletadas por meio de Extração de Solo (n. amostras= 48).

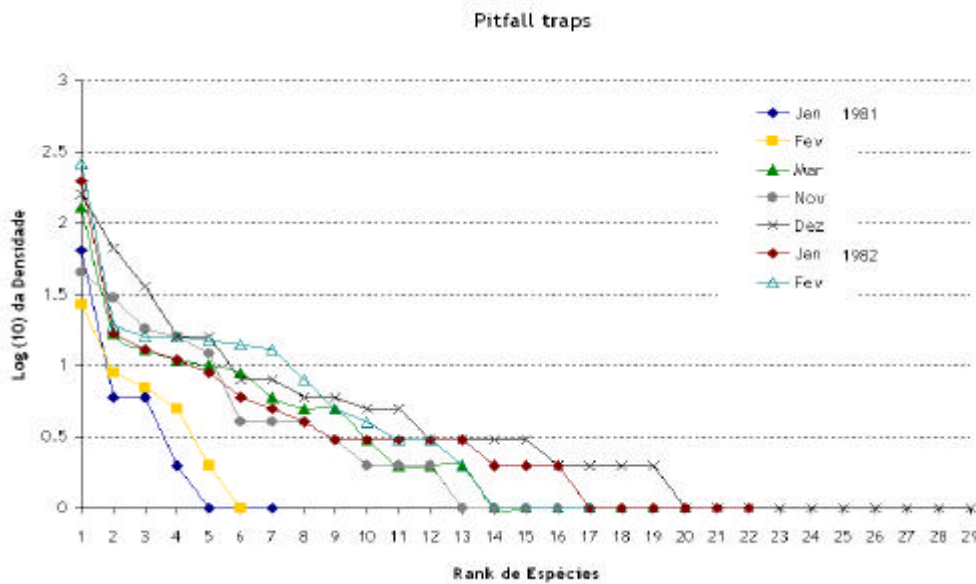


Figura 5c. Curvas de dominância - diversidade obtidas através da distribuição de espécies de formigas presentes em Floresta de várzea durante sete meses de amostragem, coletadas por meio de armadilhas Pitfall (n. amostras= 45).

As curvas de acumulação de baseadas no número de espécies obtidas por esforço amostral ("rarefaction sample based") nos ambientes estudados apresentaram uma ligeira tendência à estabilização quanto ao número de espécies encontradas em áreas de *E. polystachia*, indicando que o inventário de formigas de solo neste local obteve um valor estimado de espécies próximo ao que pode ser encontrado neste tipo de ambiente (Figura 6a). Nos sítios de *C. capsularis* e *U. lobata*, assim como na floresta de várzea a estabilidade não é alcançada, indicando que mais espécies ainda podem ser acrescentadas ao inventário (Figura 6a). Considerando a simplificação da fauna nos ambientes alterados, provavelmente o aumento no esforço amostral nestes locais não implicaria em um aumento na diversidade. Já as curvas de rarefação baseada no número de espécies obtidas em

função da abundância (“individual based”) apresentam uma clara estabilização nos sítios de *E. polystachia* e *U. lobata*, com ligeira tendência apenas no sítio de floresta de várzea (Figura 6b). Esse resultado condiz com a presença de poucas espécies contendo alto número de indivíduos em ambos ambientes.

Nenhuma variação expressiva no número de espécies ou no número de indivíduos amostrados ao longo dos meses foi observada. Meses que apresentaram taxas de captura variáveis, tanto de espécies como de indivíduos sendo menos elevadas em um ano (e.g. 1981) do que no ano seguinte (1982), e tais capturas não foram correlacionadas com aumento/diminuição na precipitação e/ou variações no regime hidrológico (Figura 7).

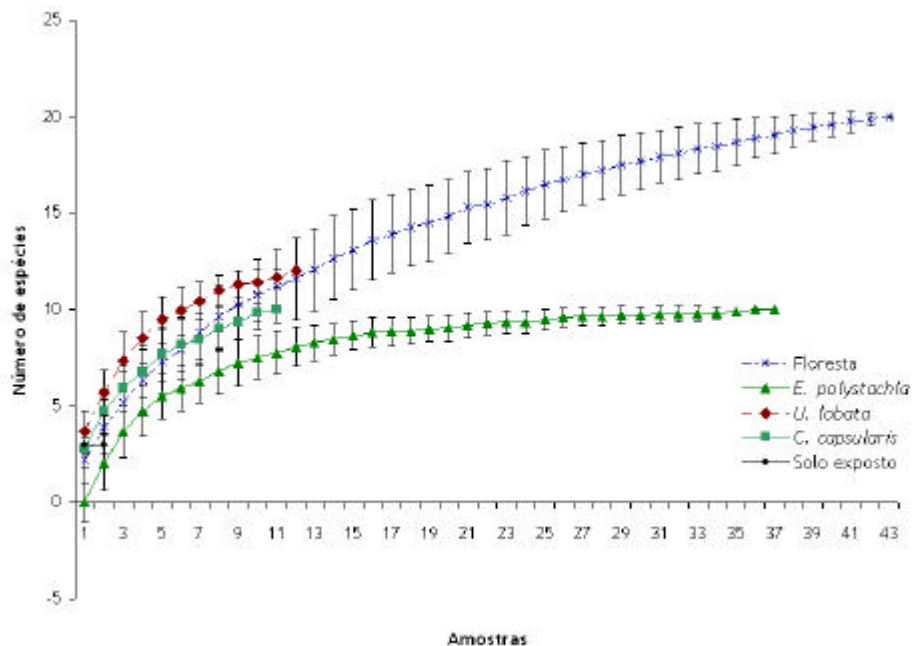


Figura 6a. Acumulação (“sample based”) de espécies em cinco ambientes da Ilha de Marchantaria, AM.

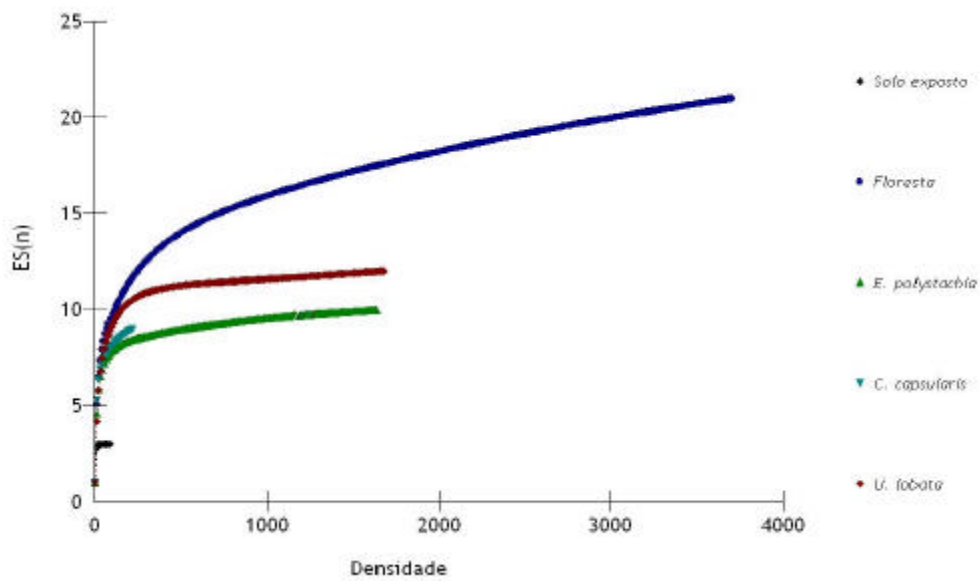


Figura 6b. Curvas de acumulação de espécies (“individual based”) amostradas em cinco ambientes na Ilha de Marchantaria, AM, em função da densidade (número de indivíduos/espécie/sítio).

A densidade de atividade, a qual é expressa através do número de indivíduos capturados para em cada ambiente estudado isoladamente variou ($KW_{2 \text{ g.l.}} = 32,769$; $p = 0,0001$) provavelmente devido ao método de captura envolvido, uma vez que variações com relação ao período de coleta não foram significativas ($KW_{4 \text{ g.l.}} = 1,268$; $p = 0,867$). Aparentemente a densidade de atividade de formigas nos ambientes estudados não apresenta variações bruscas em função dos períodos de enchente/vazante ou chuva/seca, porém se intensifica durante a fase emersa (Figura 7).

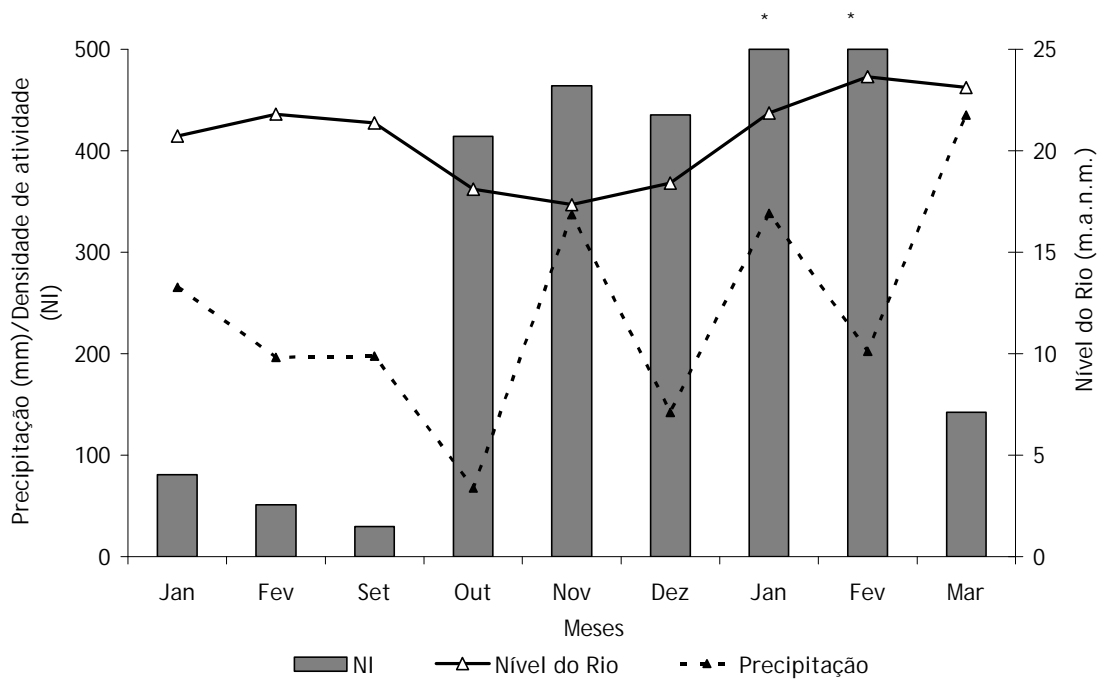


Figura 7. Variações no número de indivíduos amostrados em ambientes de Várzea na Ilha de Marchantaria, durante a fase emersa em 1981 e 1982. *Densidade de atividade acima de 500 indivíduos.

Não foram estimados valores de riqueza esperada total, isto é, agrupando todos os métodos, devido a grande diferença no esforço amostral entre os ambientes. Entretanto apenas considerando as coletas realizadas com extração de solo (Kempson), 26 espécies de formigas e 7.324 indivíduos foram observados na região do Lago do Camaleão. As estimativas calculadas para este mesmo método proporcionam um número esperado de cerca de 39 (Michaelis-Menten) a 77 espécies (ICE). Para comparar resultados obtidos entre *C. capsularis* (Juta), *U. lobata* (Malva), *E. polystachia* (Canarana) e Solo Exposto, as estimativas foram feitas apenas para o método de Kempson equilibrando o esforço amostral para cada

ambiente, através de sorteio dos pontos amostrais. Na floresta de várzea as estimativas foram calculadas através do esforço amostral mensal conferido pelos métodos empregados nesta área (Extração de Solo $n = 5$; Fotoelector de Solo $n = 7$ e Pitfall traps $n = 7$) (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados da estimativa de diversidade (observada e esperada) para cinco sítios localizados na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil.

	SÍTIOS				
	Solo Exposto	Floresta de Várzea	de <i>Corchorus capsularis</i>	<i>Urena lobata</i>	<i>Echinochloa polystachia</i>
N. Espécies	3	55	10	12	10
N. Indivíduos	89	8524	217	1676	1635
Únicos	2	13	3	3	1
Duplicados	0	16	3	1	1
<i>Estimadores</i>					
Chao 2	$5 \pm 2,34$	$59,61 \pm 3,95$	$10,84 \pm 2,29$	$13,88 \pm 7,19$	$10,13 \pm 1,32$
Jackknife	$4,33 \pm 0,67$	$67,24 \pm 2,92$	$12,73 \pm 1,95$	$14,75 \pm 1,44$	$10,97 \pm 0,97$
Bootstrap	$3,59 \pm 0,69$	$61,82 \pm 0,95$	$11,41 \pm 0,68$	$13,28 \pm 0,56$	$10,51 \pm 0,05$
M. Menten	4,83	71,37	13,25	15,25	11,17
ICE	$7,67 \pm 2,24$	$64,41 \pm 3,91$	$12,67 \pm 1,72$	$14,17 \pm 0,72$	$10,32 \pm 0,13$

DISCUSSÃO

Composição da fauna de formigas de solo

Coletas de formigas de solo realizadas em uma área de várzea situada no Rio Trombetas (Majer & Delabie, 1994) amostraram 55 espécies de formigas pertencentes a 25 gêneros. Destas, os autores observaram que 45,5% e 47,3% ocorriam também em áreas de flanco e planalto, respectivamente. De acordo com os autores a área de várzea estudada encontrava-se em conexão com áreas de terra firme, o que possibilitaria uma migração de indivíduos (e espécies) das áreas de várzea para as áreas de terra firme durante o período de enchente. Ao contrário dos ambientes estudados por Majer e Delabie (1994) a Ilha de Marchantaria encontra-se muitas vezes sujeita as condições extremas do ambiente, como o alagamento total, o qual varia em intensidade conforme a amplitude da inundação. Esse alagamento que pode durar entre 2-3 meses impossibilitaria a permanência de formigas que nidificam exclusivamente no solo durante esta fase.

O inventário da fauna de formigas encontradas no solo realizado durante a fase emersa de 1981 e 1982 na Ilha de Marchantaria revelou que a composição de espécies apresenta uma série de características peculiares. Maior parte dos gêneros dominantes capturados como *Paratrechina*, *Solenopsis* e *Pheidole*, e suas respectivas espécies permanecem na área mesmo após períodos de inundação. Parte das espécies pertencentes a estes gêneros (e.g. *Solenopsis geminata*, *Paratrechina fulva*, *Pheidole* sp. 10) são generalistas quanto ao hábito alimentar, e possuem ampla capacidade de dispersão e adaptação em ambientes cuja condição

pode ser desfavorável para a maioria das espécies (Trager, 1984; Way *et al.*, 2002).

Maior parte das espécies pertencentes ao gênero *Paratrechina* têm sido transportadas de suas localidades de origem e introduzidas em diversas áreas por meio de atividades antrópicas (e.g. através de embarcações). Algumas delas atingem localmente o status de praga, invadindo casas, laboratórios, viveiros de plantas, como, por exemplo, *P. longicornis* (Trager, 1984). Este mesmo autor relata que a maior parte das espécies descritas de *Paratrechina* produz alados ao longo do ano todo, o que, associado ao hábito generalista, pode ser um dos fatores que favorece a permanência deste gênero em áreas alagáveis. Durante algumas atividades de campo desenvolvidas na Ilha de Marchantaria, pude observar que durante a fase submersa, colônias inteiras de *Paratrechina* eram encontradas em cordões flutuantes de *Echinochloa polystachia*. As formigas construía seus ninhos “costurando” as folhas desta planta, ou ocupando a porção interior dos talos da mesma, onde ovos, larvas, pupas e castas aladas se alojavam. Martius *et al.*, (1994) encontraram operárias de *Paratrechina* nidificando em um ninho abandonado de cupins, recém inundado. Esta espécie também nidifica em troncos podres, cavidades de plantas e ninhos de detrito, que elas constroem na parte interior de folhas (Verhaagh n. publ.). Este gênero também foi observado forrageando sobre cordões de *Pistia stratiodes*, onde algumas operárias carregavam pedaços de fibras retiradas desta planta (Obs. pess.).

Formigas de fogo como *Solenopsis saevissima* ou *Solenopsis geminata* recrutam operárias ativamente e em grande quantidade em busca de alimento, tendendo a deslocar grupos que dependam do mesmo recurso (Trager, 1991).

Entretanto algumas espécies de *Pheidole* e *Paratrechina* encontram o alimento e recrutam operárias mais rapidamente do que as de *Solenopsis*, podendo remover o alimento antes da chegada desta. Uma vez tendo encontrado o recurso a tempo, espécies de *Solenopsis* podem deslocar espécies destes outros gêneros através de comportamentos agressivos, expondo o gáster e o ferrão com uma gota de veneno. Localmente a densidade de ninhos de *Solenopsis* tende a ser alta devida entre outros fatores à poligenia (Trager, 1991). Os ninhos ocorrem principalmente em áreas úmidas como bordas de rios ou lagos, ou áreas pantanosas e ainda em áreas alteradas, e quando as colônias morrem ou se movem, podem ser ocupadas posteriormente por espécies de outros gêneros. Trager (1991) relata que espécies de *Acromyrmex* e *Paratrechina* podem ocupar porções de um ninho ativo de *Solenopsis*. Formigas do gênero *Solenopsis* foram observadas nidificando bem próximas ao nível da água, durante a fase emersa na Ilha de Marchantaria, e em grande abundância nas áreas abertas sem cobertura florestal. Durante a fase de cheia, alguns ninhos foram observados nos troncos de *Macrolobium acaciaefolium* (Leguminosae - Arapari da várzea), sob as cascas desta árvore, maior parte das vezes próximas à linha d'água. Também foram observadas com freqüência sobre os capins flutuantes e cordões de macrófitas, como *Eichornia* spp. e *Pistia stratiodes*. Durante a enchente, os indivíduos locomovem-se, das áreas alagadas para a vegetação, sobre capins ou troncos flutuantes formando "redes", de acordo como observado por Adis *et al.* (2001). Para estas espécies, tais inundações podem auxiliar na dispersão das colônias, conduzindo-as também para habitats mais favoráveis (Lude *et al.*, 1999). As colônias de *Solenopsis* podem ser espaçadas e se sobreporem em algumas áreas, exceto quando existe forte competição, como

ocorre entre ninhos de *Solenopsis germinata* (Fabricius, 1804), espécie dominante também em arrozais nas Filipinas (Way *et al.*, 1998). Este autor também encontrou uma forte dependência entre a permanência desta espécie e a densidade de sua presa preferencial, um hemíptero (*Nilaparvata lugens*) em arrozais, principalmente durante a época alagada nestas áreas.

Algumas espécies que nidificam no solo, também podem mover seus ninhos para locais mais altos durante os períodos de cheia, como ocorre com *Acromyrmex octospinosus* (Reich, 1793), em campos cultivados de Trinidad (Lewis 1975) e com *Acromyrmex lundii carli* (Santschi, 1925), registrada em áreas de várzea Amazônica (Adis, 1982). Durante os períodos não-inundados seus ninhos são subterrâneos, porém migram para cavidades em troncos, áreas não inundadas e áreas superiores de troncos mortos durante o período de cheia. Neste caso, elas forrageiam em busca de folhas na cercania dos troncos. Assim como no caso das “redes flutuantes” elas também podem flutuar sobre a água, e utilizar macrófitas aquáticas como pontes (Adis, 1982). *Acromyrmex*, assim como *Cyphomyrmex cf. rimosus* (Spinola, 1853) foi observada formando agrupamentos ao redor de galhos não submersos, durante a fase cheia. Ninhos de *Cyphomyrmex* foram observados também sob as cascas de *M. acaciaefolium* assim como nas bifurcações dos galhos centrais desta árvore durante a fase cheia. Durante a fase emersa eram localizados sempre muito próximos à base desta espécie arbórea, onde parte da liteira que não é carregada durante a vazante fica retida (Obs. pess.). Esta espécie não corta folhas, mas cultivam seu fungo através de diferentes tipos de material orgânico, como fezes e partes de corpos de insetos. Os ninhos também não são muito grandes e volumosos,

como no caso de alguns gêneros da tribo Attini, como *Atta* e *Acromyrmex*.

Espécies pertencentes aos gêneros *Odontomachus* e *Gnamptogenys* da subfamília Ponerinae, também foram observadas nas coletas de solo, e são descritas como ocupantes deste estrato nos locais onde são encontradas (e.g. Brown, 1978; Majer & Delabie, 1994; Brown Jr., 2000). Assim como *Pachycondyla* estes gêneros também resistem à fase de inundação ocupando troncos e galhos ocos. *Pachycondyla luteola* (Roger, 1861) foi relatada nidificando nas galerias dos troncos de *Cecropia* (Verhaagh, 1994), enquanto que operárias, as castas sexuais e larvas de *P. constricta* (Mayr, 1883) foram observadas em um ninho de cupim na várzea (Martius *et al.*, 1994). A atividade desta espécie ocorre principalmente no solo, e seus ninhos podem conter mais do que mil operárias (Verhaagh, n. publ.). Estas operárias migram para árvores ocas ou troncos podres durante a cheia carregando toda a colônia, onde permanecem buscando alimento nos galhos, voltando ao solo durante a vazante. O mesmo comportamento deve ocorrer com a maioria dos membros desta subfamília. *Platythyrea* é considerada como um gênero especialista (Majer & Delabie, 1994), com hábito de nidificação arbóreo. Este gênero foi relatado como predador especializado em cupins (Brown Jr., 2000), assim, sua presença nestas áreas poderia estar condicionada a presença dos mesmos durante os períodos de cheia e vazante.

Gêneros que ocorrem em árvores, tais como *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Xenomyrmex*, *Dolichoderus*, *Pseudomyrmex* e *Azteca*, apresentam hábitos de nidificação, alimentação e grau de especialização variado. *Cephalotes*, *Crematogaster* e *Dolichoderus* podem ser saprófagas ou onívoras. Ninhos de

Dolichoderus bispinosus (Olivier, 1792) foram observados em cupinzeiros na floresta de várzea, enquanto que *Crematogaster* e *Azteca* foram ambas observadas nidificando no interior de galhos de *Vitex cymosa* (Verbenaceae), durante os períodos de enchente e vazante (Obs. pess.). *Xenomyrmex* é um grupo pouco conhecido (Creighton 1957, Ettershank 1966) estritamente arbóreo, que nidifica em pequenas cavidades na casca de árvores ou de plantas. Creighton (1957) observou que as operárias deste gênero produzem um tipo de serragem quando escavam seus ninhos. Elas se alimentam de substâncias açucaradas ou cupins mortos e são resistentes a dessecação quando criadas em cativeiro. Wilson (1987) também reportou a ocorrência deste gênero em amostras de fumigação no Peru.

Foram encontradas sete espécies pertencentes ao gênero *Pseudomyrmex*, dentre as quais *P. viduus* (Fr. Smith, 1958) foi a mais abundante. Esta espécie não possui uma especificidade à planta hospedeira tão elevada como demais membros do grupo taxonômico a qual pertencem, podendo ser encontradas em várias plantas mirmecófitas (Ward, 1999). *Pseudomyrmex triplaridis* (Forel, 1904) também foi registrada nas coletas efetuadas no solo. Esta espécie aparentemente tem associação com árvores do gênero *Triplaris* (tachi), entretanto sua biologia é pouco conhecida (Ward, 1999). Formigas da subfamília Pseudomyrmecinae nidificam em geral dentro de galhos ocos, ou colmos abertos por outros insetos, porém cerca de 20 % de todas suas espécies são encontradas obrigatoriamente em associações com plantas, vivendo em domáceas ou estruturas que abriguem sua prole, juntamente com coccídeos (Ward, 2002 - on-line). Dentre as espécies que habitam exclusivamente o estrato arbóreo, *Pseudomyrmex* é o único gênero predador. A presença deste grupo em amostras de solo pode estar relacionada com a

necessidade de busca de alimento na superfície do solo durante a fase de vazante, quando os grupos que habitam este estrato da floresta nidificam, emergem ou se reproduzem (veja Adis, 1997 para referências).

Sete gêneros podem ser encontrados em liteira e vegetação ou liteira e solo. Dentre estes *Hypoponera* e *Strumigenys* são considerados crípticos, e os demais (*Wasmannia*, *Brachymyrmex*, *Tapinoma* e *Camponotus*) podem ocorrer em qualquer um destes estratos. *Hypoponera* foi encontrada em todos os sítios apenas nas amostragens realizadas através de extração de solo (Kempson). Nas áreas alteradas (plantios e *E. polystachia*) um grande número de indivíduos foi capturado, o que pode caracterizar a presença de ninhos neste local durante o período.

Fagundes (2003) encontrou uma correlação forte entre variáveis ambientais, tais como o teor de argila, a inclinação do terreno e a quantidade de liteira e a presença de grupos crípticos da subfamília Ponerinae. Algumas espécies de *Tapinoma* e *Hypoponera* (complexo *punctatissima*) são consideradas "vagabundas" ("tramp species") e possuem uma ampla distribuição geográfica, tendo sido introduzidas pelo homem em vários ambientes (Wilson & Taylor, 1967).

Operárias de *Tapinoma* podem ser bem comuns em determinadas horas do dia, e os ninhos podem ser encontrados em uma ampla gama de locais, indo desde o solo aberto até pedaços de madeira, troncos ou material vegetativo onde algum tipo de cavidade tenha sido pré-formada. Os ninhos podem conter desde poucas dezenas ou centenas de operárias e ter mais de uma rainha até milhares de operárias e centenas de rainhas, o que contribui para a dispersão das colônias, quando em condições favoráveis (Herbers, 1991). Apesar desta característica,

este gênero e suas respectivas espécies, juntamente com *Camponotus* e *Wasmannia* não foram abundantes nas amostras (> 30 indivíduos), e podem ser consideradas como “turistas” no solo durante a fase de emersão.

Assim, com base nos resultados obtidos quanto à composição geral, é possível observar que a combinação entre as características de forrageio e nidificação empregada por determinadas espécies de formigas são determinantes para a permanência de suas populações durante e após os períodos de alagamento da várzea. Estas mesmas características podem ser também importantes na ocupação e distribuição/dispersão de espécies de alguns gêneros em outras áreas. Isto é, espécies que tenham ampla capacidade reprodutiva e alimentar, poderão ser mais hábeis em se dispersar e colonizar novas áreas, aumentar sua população localmente e permanecer temporariamente ocupando ambientes impróprios para a fundação de ninhos estáveis (e.g. sobre macrófitas e cinturões de capim flutuante).

Padrões de riqueza observada e esperada

Algumas tendências observadas neste estudo correspondem a outros estudos em áreas alagáveis, como por exemplo, o baixo “turnover” de espécies (Wilson, 1987; Majer & Delabie, 1994). Como maior parte das formigas presentes no solo nesta área é generalista, elas podem ocorrer em uma série de habitats, se ajustando ao período de inundação sem necessitar de uma estratégia específica.

Os resultados das análises de riqueza através de estimativas descrevem a comunidade através de duas distribuições distintas: o sítio de floresta apresenta um ajuste em log-series, poucas espécies atingem “status” de dominantes

enquanto que a maioria apresenta uma distribuição mais uniforme da abundância ou valores intermediários (e.g. Figuras 5a a 5c). Já os demais sítios apresentam distribuição claramente geométrica (poucas espécies com alta abundância), e com baixa uniformidade (Figura 4). De acordo com Longino (2000) um mecanismo que explicaria este tipo de distribuição é a teoria de “apropriação de nicho”, a qual estabelece que a primeira espécie que chega a um determinado local monopoliza um percentual k dos recursos, a segunda um percentual w dos recursos remanescentes e assim por diante. Este mesmo tipo de distribuição também é observado em comunidades pobres em espécies cuja maioria apresenta valores intermediários.

A fauna de formigas amostradas através da extração de solo em *E. polystachia* apresentou uma maior diversidade dentro das amostras quando comparada com os demais sítios, principalmente com relação à floresta de várzea. Esta última, por sua vez, teve maior diversidade na comunidade como um todo. Quando esta avaliação é realizada através dos índices de diversidade apontando para maior diversidade em sítios alterados, fica clara a sensibilidade dos mesmos com o tamanho amostral. Neste caso, o índice que apresentou um resultado mais condizente com a realidade local, foi o Índice de Diversidade de Mosaico, mesmo considerando que valores em torno de dois representam comunidades com baixa variabilidade estrutural (Scheiner, 1992). Valores semelhantes de diversidade de Mosaico foram encontrados em áreas de Duna na Ilha do Cardoso (SP) e em plantações de banana no estado do Pará (Fowler, 1996). Áreas de floresta em no estado de São Paulo e também no Pará, e plantações de cacau na Bahia quando

comparadas através deste mesmo índice apresentaram valores em torno de 6,1 a 5,4 (Ketelhut, 1999).

Finalmente os dados forneceram as primeiras informações sobre comunidades de formigas ocorrendo nos solos de áreas sujeitas à inundação intensa. A área estudada por Majer & Delabie (1994) apresenta uma profundidade de alagamento em torno de 50-80 cm, e assim como Wilson (1987) eles observaram uma redução no número de espécies neste tipo de ambiente quando comparado com áreas de terra firme. Assim, considerando: 1) a ausência de áreas de terra firme próximas para onde as formigas poderiam migrar durante a fase cheia, e 2) as sucessivas inundações periódicas ocorridas no ambiente cuja amplitude de alagamento fica em torno de 10 metros, é possível que as espécies aqui encontradas tenham permanecido na área simplesmente pelo fato de suas características biológicas proporcionarem resistência às condições de stress local. Esse fator também é evidenciado pelo fato de populações de formigas que ocorrem normalmente em áreas abertas durante a vazante, utilizem a floresta como refúgio durante a cheia (Adis, 2000). Tais fatores dão indícios de que a fauna de formigas em áreas alagáveis, e particularmente neste caso da Ilha de Marchantaria, seja resiliente.

7.2. A fauna de formigas em copas - padrões de diversidade em espécies arbóreas em uma área de várzea.

Resumo

A fumigação de copa foi utilizada para amostrar formigas em quatro espécies arbóreas (*Triplaris surinamensis*, *Pseudobombax munguba*, *Macrolobium acaciaefolium* e *Luehea* cf. *cymulosa*) comuns em uma área de floresta de várzea na Ilha de Marchantaria, AM. O inventário foi realizado durante a estação seca e o período não inundando da floresta, no mês de Setembro de 1992 e dos 23.689 artrópodes amostrados, cerca de 20% foram representados pela família Formicidae, totalizando 1705 indivíduos em 87 espécies e 20 gêneros. As diferenças entre a fauna de formigas destas árvores foram analisadas quanto à riqueza e composição de espécies e alguns fatores que podem implicar nos processos de colonização e permanência de determinadas espécies nestas áreas são discutidos.

INTRODUÇÃO

As copas das florestas tropicais têm sido consideradas uma das últimas fronteiras a serem alcançadas pelos pesquisadores (Erwin, 1983), mesmo sendo um dos ambientes cuja diversidade de artrópodes é alta (Erwin, 1983; Wilson, 1987; Stork, 1991; Höfer et al., 1994). Stork (1988) relata que apesar do grande esforço realizado para obter informações sobre os artrópodes que habitam as copas das árvores, a composição taxonômica destas comunidades ainda é pouco conhecida. Alguns estudos têm revelado a presença de um grande número de indivíduos dentro das maiores ordens de insetos (Erwin, 1983, Adis *et al.*, 1984; Adis & Schubart, 1985), entretanto, informações que atinjam níveis mais elevados de identificação, como por espécie, ainda são escassas (Stork, 1991).

Dentre a maioria dos estudos com artrópodes realizados em copas de árvores, Formicidae é o grupo mais abundante, seja com relação ao número de indivíduos amostrados, seja quanto à biomassa que representam nestes sistemas, a qual se estima que esteja em torno de um terço de toda biomassa de artrópodes arbóreos presentes nas florestas tropicais (Fittkau & Klinge, 1973; Adis et al., 1984; Majer, 1990, Floren & Lisenmair, 1997).

Em plantações de espécies arbóreas tropicais, como cacau, por exemplo, a dominância de algumas espécies de formigas ocorre na forma de um mosaico composto por diferentes espécies (Leston, 1973), e estes mosaicos muitas vezes ocorrem devido à distribuição da vegetação, a qual fornece condições para que processos, como a competição, apareçam, aumentando a presença de limites territoriais entre espécies (Jackson, 1984; Majer & Carmer-Pesci, 1991). A dominância de espécies de formigas em árvores pode exercer forte influência na

abundância e distribuição tanto de outras espécies de formigas como de outros táxons, atuando direta e indiretamente sobre a organização da comunidade (Gilbert, 1980) e até mesmo moldando processos evolutivos (Wilson, 1985). Além disso, muitas das relações importantes que ocorrem nas colônias de formigas são fundamentadas na estrutura da vegetação (Andersen, 1991) e na disponibilidade de recursos (Hölldobler & Wilson, 1990; Perfecto & Snelling, 1995; Kaspari, 1996). À medida que fatores, como a estrutura da vegetação, apresentam variações em função do tempo, como ocorre em geral nas florestas de várzea, a composição da comunidade de formigas em áreas de várzea deve responder a tais variações, seja na sua composição, seja nos padrões de dominância de determinadas espécies. Porém, estudos que descrevam especificamente as comunidades de formigas e seus padrões de diversidade em áreas de várzea ainda são escassos.

Este trabalho teve por objetivo responder as seguintes questões: 1) qual a diferença no número de espécies e no padrão de dominância de formigas amostradas em espécies de árvores diferentes em uma área de várzea? 2) qual a composição das guildas de formigas nestas árvores (e.g. composta por espécies estritamente arborícolas)?

MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem foi realizada durante a estação seca e período de emersão (vazante), em Setembro de 1992, na Ilha de Marchantaria (3°15'00"S; 60°00'00"W). Esta ilha situa-se no Rio Solimões, cerca de 20 km acima de sua confluência com o Rio Negro, e sofre processos de erosão e sedimentação contínuos (Junk, 1997). As florestas de várzea existentes na ilha são caracterizadas por árvores esparsas, com

25 a 30 metros de altura. A amplitude de inundação na área fica em torno de 5,5 metros/ano em média. A precipitação acumulada no ano de 1992 ficou em 2.500 mm, sendo que os meses com maior e menor precipitação foram março (519,7 mm) e junho (56,8 mm) respectivamente. O período de cheia neste ano iniciou-se em dezembro de 1991 e teve seu ponto mais alto em maio de 1992 (25,27 m.a.n.m), e o período de vazante iniciou-se entre os meses de setembro/outubro, mas o menor nível do rio ocorreu em novembro (17,83 m.a.n.m.) (Figura 1).

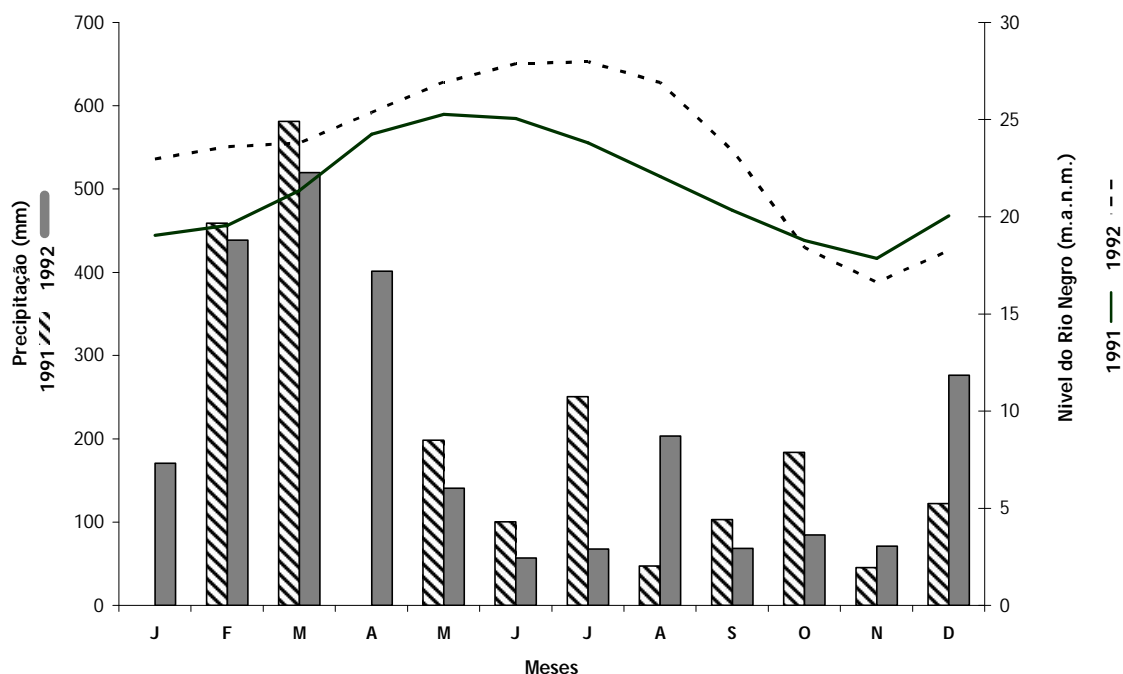


Figura 1 - Precipitação mensal total e flutuação do nível do Rio Negro durante os anos de 1991 e 1992. Dados de precipitação fornecidos pela estação climatológica do Caldeirão, município de Iranduba, AM (Embrapa).

No mês de setembro de 1992 (01 e 02/09/1992) um indivíduo de cada uma das quatro espécies arbóreas: *Triplaris surinamensis* Cham. (Polygonaceae), *Macrolobium acaciaefolium* Benth (Leguminosae), *Pseudobombax munguba* Mart. &

Zucc. (Bombacaceae), e *Luehea* cf. *cymulosa* Spruce ex Benth (Tiliaceae), foi fumigado utilizando piretróide natural (1% pyretrum pale) diluído em óleo diesel.

Todas estas espécies pertencem ao estágio sucessional secundário tardio (Worbes, 1997; Schoengart et al., 2002). As espécies fumigadas possuem entre outras características em comum, um alto índice de valor de importância; ocorrendo com grande frequência e alto número de indivíduos e em praticamente todos os gradientes da várzea (várzea baixa a várzea alta, passando pelos diversos estágios de sucessão) (Tabela 1).

Tabela 1. Características das espécies de árvores de várzea amostradas através de fumigação de copa (adaptado de Worbes, 1997; Worbes et al., 1992; Schoengart et al., 2002).

Espécie	I.V.I	Altura (m)	Densidade da madeira (g cm ⁻³ a ⁻¹)	Várzea	Igapó	Fenologia foliar
<i>P. munguba</i>	14,5	6-28	0,20 - 0,24	x	-	Dec. *
<i>M. acaciaefolium</i>	15,8	15-25	0,42 - 0,50	x	x	Br. Dec. **
<i>T. surinamensis</i>	6,5	26	0,59-0,62	x	?	Br. Dec.
<i>L. cymulosa</i>	24,0	22	0,37-0,42	x	?	Br. Dec.

* Decídua; ** Breve Decídua.

O experimento foi conduzido pela manhã, durante a ausência de chuva ou vento para assegurar que toda a copa de cada árvore fosse devidamente envolta pela nuvem de fumaça (Adis, 2002). Cerca de toda a projeção da copa foi coberta por uma teia de cordas de nylon, nas quais funis coletores de 1m² de diâmetro foram presos (Adis, 2002; Figura 16, pg. 54 desta tese), totalizando 16 funis por árvore (ca. 35 m²). Os funis ficaram suspensos a uma altura de dois metros do solo

e permaneceram durante duas horas após o término da fumigação para a amostragem dos artrópodes. Após este período os funis foram lavados com álcool 70% e os frascos coletores removidos e levados ao laboratório para triagem do material. As formigas foram inicialmente separadas por subfamílias e então por gêneros e espécies ou morfotipos, quando a identificação por espécie não foi possível. O material foi identificado pela Dra. Ana Y. Harada e se encontra depositado na coleção entomológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em Manaus, AM e na Coleção Entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém, PA.

Análise dos dados

A estrutura da comunidade de formigas em cada árvore foi avaliada ajustando a distribuição de abundância dos indivíduos através de uma curva Lognormal. Os índices de Simpson e Berger-Parker foram empregados para observar a dominância de espécies. A riqueza esperada de espécies foi estimada através de protocolos de extrapolação (Colwell & Coddington, 1994) que são técnicas estatísticas utilizadas para estimar quantas espécies poderiam ser encontradas caso a amostragem fosse intensiva. O número de espécies total esperado foi obtido através da acumulação por amostras (funis), quando todas elas foram agrupadas. Este valor pode ser expresso através de uma curva do coletor, como a utilizada em estudos taxonômicos. Quando a assíntota é alcançada, todas as espécies em uma região foram amostradas (neste caso em cada árvore), e uma nova amostragem não é necessária. Neste tipo de análise os "singletons" (ou solteiros) correspondem àquelas espécies que ocorrem somente uma única vez em toda amostra. Se as

amostras são réplicas verdadeiras uma linha reta deve ser produzida. Uma curva bem delineada sugere que algum ecótono foi cruzado. A mesma interpretação pode ser obtida através dos “doubletons” (duplos), entretanto eles correspondem ao número de espécies que ocorreu apenas duas vezes em uma única amostra. Na curva de rarefação baseada em amostras (“sample based”), o número de espécies é plotado contra o número de amostras. Este tipo de gráfico fornece uma medida de diversidade de espécies, que é robusta para efeitos de tamanho amostral, permitindo uma comparação entre comunidades, onde, por exemplo, as densidades animais variam muito. Curvas que apresentem degraus indicam comunidades diversas (Gotelli & Colwell, 2001). Análises de correlação não-paramétricas foram empregadas para avaliar as diferenças entre a composição da fauna de formigas em função da espécie arbórea estudada (Zar, 1999).

RESULTADOS

Composição

O esforço amostral obtido pela fumigação total em todas as quatro espécies arbóreas forneceu um total de 87 espécies e 1705 indivíduos (Anexo 1). *Pseudobombax munguba* apresentou maior número de espécies (39), seguida por *L. cf. cymulosa* (35), *T. surinamensis* (27) e *M. acaciaefolium* (22). A composição de formigas inclui cinco subfamílias, sendo Myrmicinae a mais representativa delas, com 40 espécies em oito gêneros. Dolichoderinae apresentou 25 espécies em seis gêneros, seguida por Formicinae, com nove espécies em três gêneros, Pseudomyrmecinae com sete espécies em um gênero e Ponerinae com cinco espécies em dois gêneros (Figura 2).

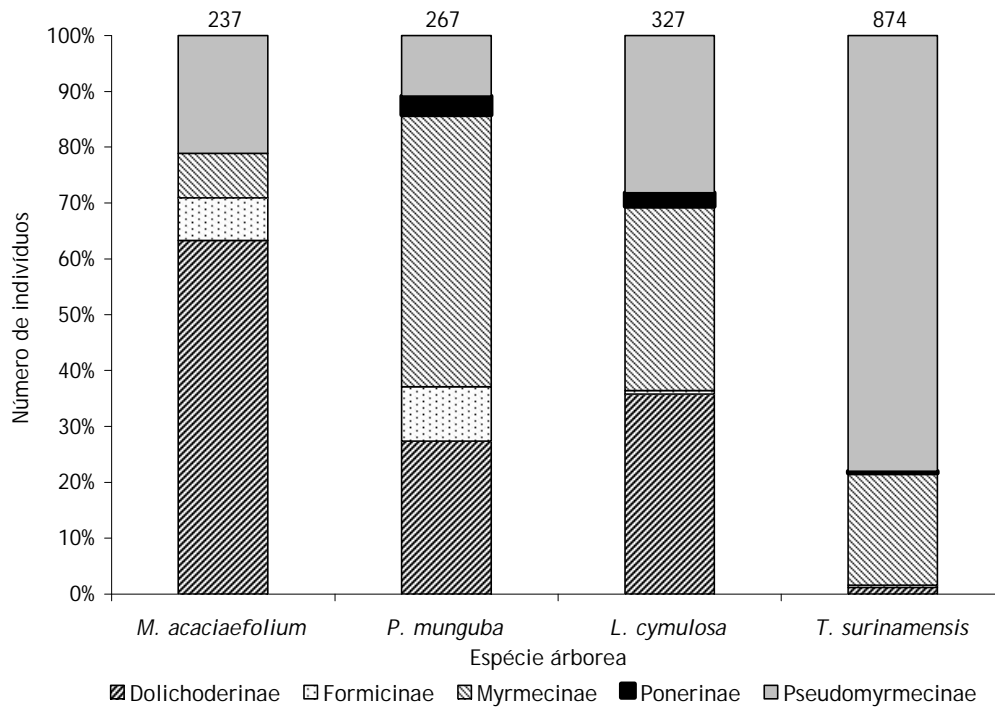


Figura 2. Composição das subfamílias de formigas amostradas em um evento de fumigação de copa (pyrethrum pale 1%) em quatro espécies arbóreas em uma floresta de várzea do Lago do Camaleão, na Ilha de Marchantaria, AM.

O número de espécies apenas teve diferença significativa entre *M. acaciaefolium* e *P. munguba* ($U = 1,973$; $p < 0,05$) e entre *P. munguba* e *T. surinamensis* ($U = 1,645$; $p < 0,05$). O número máximo de indivíduos capturados em uma única espécie foi observado em *T. surinamensis* (398 - *Pseudomyrmex triplaridis*), e representou uma diferença de mais de 300 indivíduos em comparação com a abundância das demais espécies de formigas dominantes encontradas em *M. acaciaefolium* (63 - *Dolichoderus bidens*), *L. cf. cymulosa* (46 - *Tapinoma* sp.4) e *P. munguba* (40 - *Crematogaster* sp.3). Já o número de gêneros capturados não apresentou variações entre as espécies arbóreas investigadas (Figura 3).

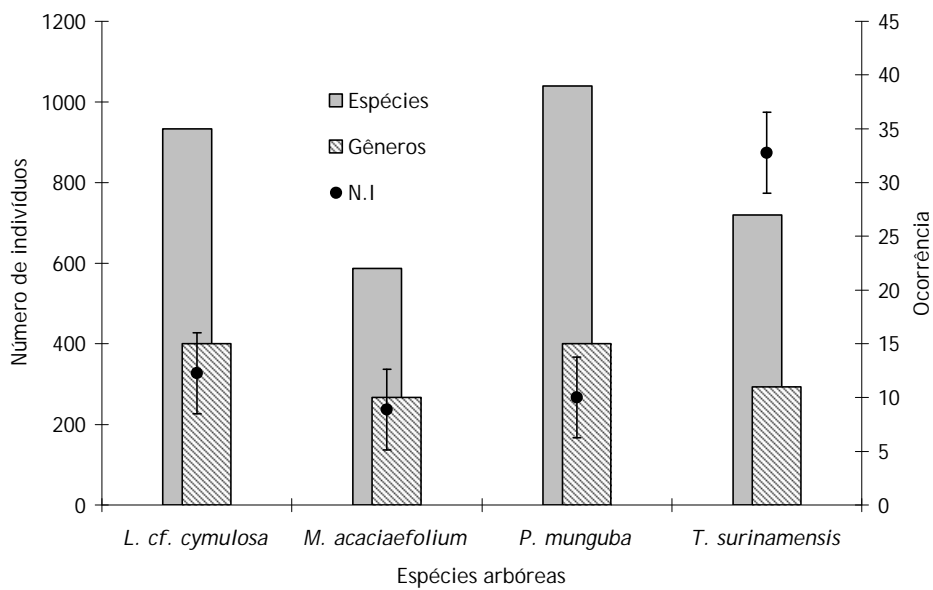


Figura 3. Comparação entre o número de gêneros e número de espécies amostradas em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, Lago do Camaleão, AM.

Apenas quatro espécies de formigas foram compartilhadas entre todas as árvores, três delas pertencentes ao gênero *Pseudomyrmex*. *P. munguba* apresenta 12 espécies compartilhadas com *L. cf. cymulosa*, nove com *T. surinamensis* e oito com *M. acaciaefolium*. *T. surinamensis* também compartilha oito espécies com *L. cf. cymulosa* e cinco com *M. acaciaefolium*. Esta última compartilha apenas sete espécies com *L. cf. cymulosa*. Desta forma, a composição da fauna de formigas apresentou baixa similaridade entre as espécies de árvores amostradas (Figura 3). A fauna de formigas mais dissimilar foi encontrada entre *L. cf. cymulosa* e *P. munguba* ($r^2 = 0,19$; $p = 0,01$), e entre *P. munguba* e *T. surinamensis* ($r^2 = 0,23$; $p = 0,01$). As espécies arbóreas que apresentaram composição de formigas mais correlacionada foram *T. surinamensis* e *M. acaciaefolium* ($r^2 = 0,33$; $p = 0,01$).

A fumigação de copa amostrou em maior proporção rainhas das subfamílias Myrmicinae e Dolichoderinae em *L. cf. cymulosa*. A proporção de machos

capturados foi maior em *P. munguba*, pertencentes principalmente por membros das subfamílias Myrmicinae e Ponerinae. A casta de operárias foi predominante em todas as árvores fumigadas, sendo representada principalmente pelas subfamílias Myrmicinae e Dolichoderinae (Figura 4). Maior número de rainhas foram observadas em *L. cf. cymulosa* (ca. 20%)

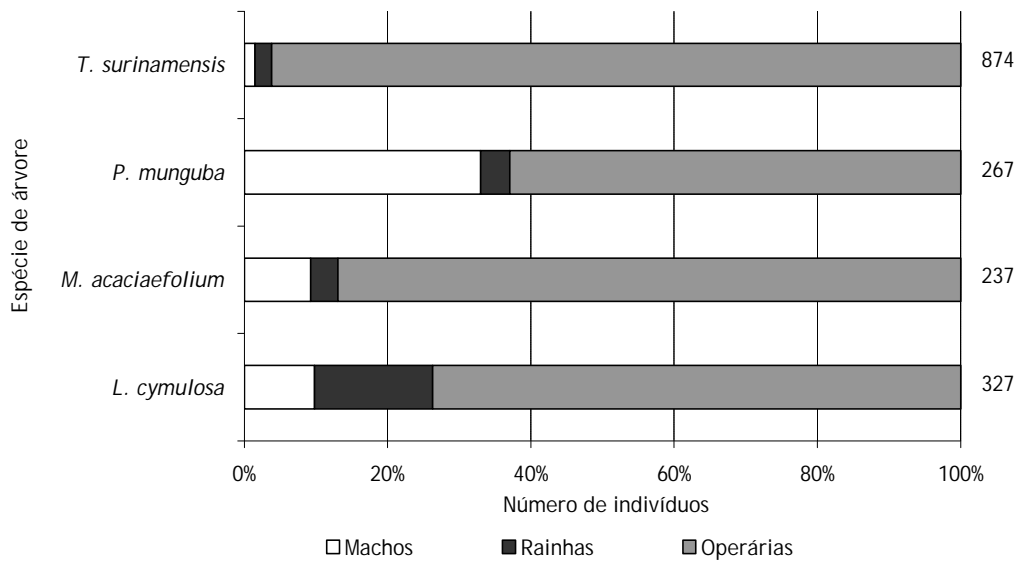


Figura 4. Proporção de castas de formigas amostradas em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, Lago do Camaleão.

Cerca de 82% dos gêneros de formigas amostrados nas espécies arbóreas estudadas são compostos por espécies cujo hábito de nidificação é arborícola. Em segundo lugar aparecem espécies que nidificam tanto nas árvores como na serrapilheira, e *Pseudobombax munguba* foi a espécie que apresentou maior variabilidade quanto à composição de formigas agrupadas nesta categoria (Figura 5a). Por sua vez, maior parte das formigas enquadradas na categoria de predadoras quanto ao hábito alimentar foram observadas em *Triplaris surinamensis* (40% do

número total de indivíduos, oito espécies). Nas demais espécies arbóreas predominaram as formigas de hábitos onívoros e/ou saprófagos (57 espécies) (Figura 5b), e 93% de todas as espécies encontradas são generalistas quanto ao grau de especialização alimentar.

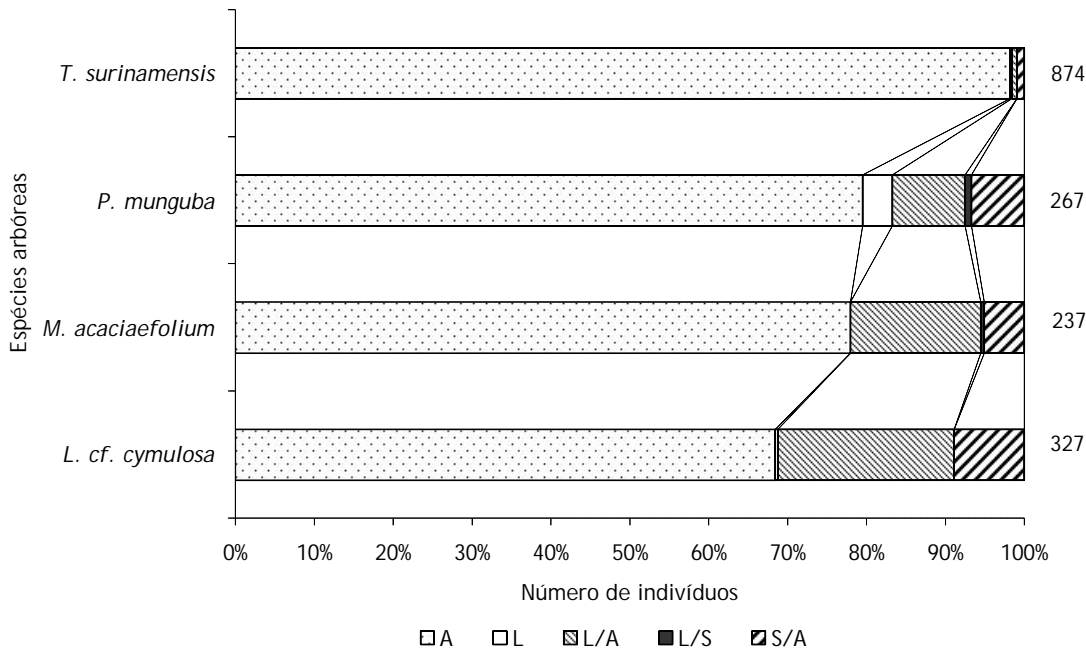


Figura 5a. Caracterização quanto ao hábito de nidificação da fauna de formigas amostradas em cinco espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, através de fumigação. A - Arborícola, L - Liteira, L/A - Liteira ou Arborícola, L/S - Liteira ou Solo, S/A - Solos ou Árvores.

O número de espécies crípticas e oportunistas foi baixo, quando comparado com o grupo formado por gêneros/espécies que ocorrem em climas tropicais (ECT) e Myrmicíneos generalistas (tais como *Solenopsis* e *Pheidole*). Novamente *Pseudobombax munguba* apresentou maior variabilidade quanto à composição de suas formigas em função desta categoria, assim como *L. cf. cymulosa* (Figura 5c).

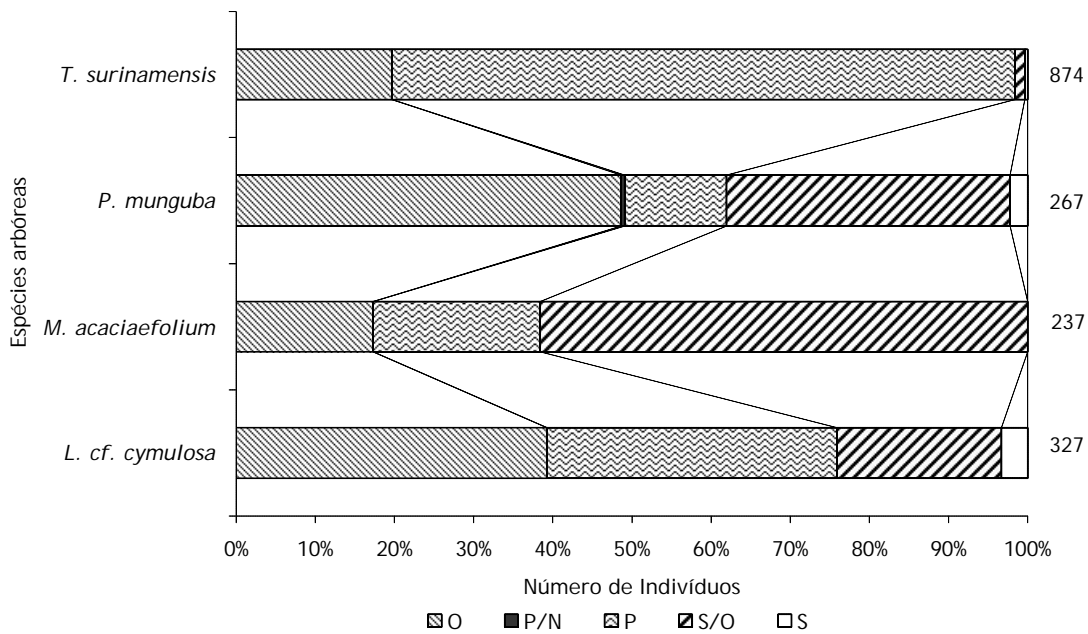


Figura 5b. Caracterização quanto ao hábito alimentar da fauna de formigas amostradas em cinco espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, através de fumigação. O - Onívoro, P/N - Pólen/Néctar, P - Predador, S/O - Saprófago/Onívoro, S - Saprófago.

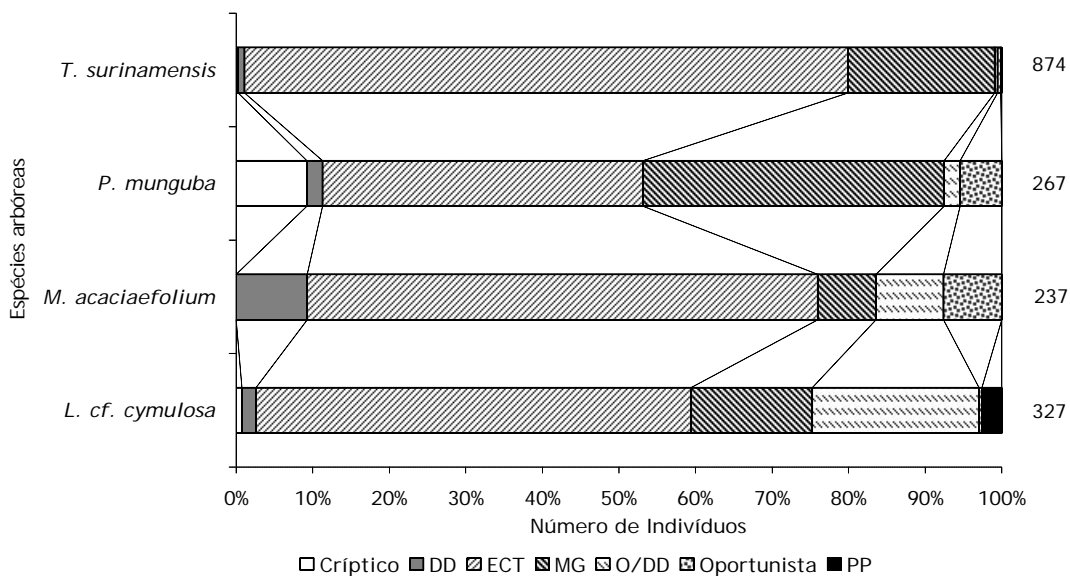


Figura 5c. Caracterização da fauna de formigas quanto ao grupo funcional. DD - Dolichoderinae dominante, MG - Myrmicinae generalista, ECT - Especialista em Clima tropical, PP - Ponerinae especializado.

Padrões de riqueza

O número de indivíduos capturados em cada árvore variou, sendo mais alto em *T. surinamensis* ($874 \pm 14,44$), *L. cf. cymulosa* ($327 \pm 2,28$), *P. munguba* ($267 \pm 1,58$), e *M. acaciaefolium* ($237 \pm 3,30$). Um resumo dos resultados para todas as estimativas de riqueza e diversidade é apresentado na Tabela 2. O número de espécies raras (singletons) foi também maior em *T. surinamensis* e *P. munguba*, correspondendo a cerca de 50% do total de espécies encontradas, e foi menor em *M. acaciaefolium* (ca. 35%).

A abundância de formigas em todas as árvores fumigadas foi plotada quanto ao número de funis (armadilhas/amostras) empregados durante o processo de fumigação e foi observada que a comunidade apresenta uma distribuição logarítmica, porém não foram observadas diferenças entre o número de espécies capturadas no total e o número estimado pelo ajuste da curva (Figura 6).

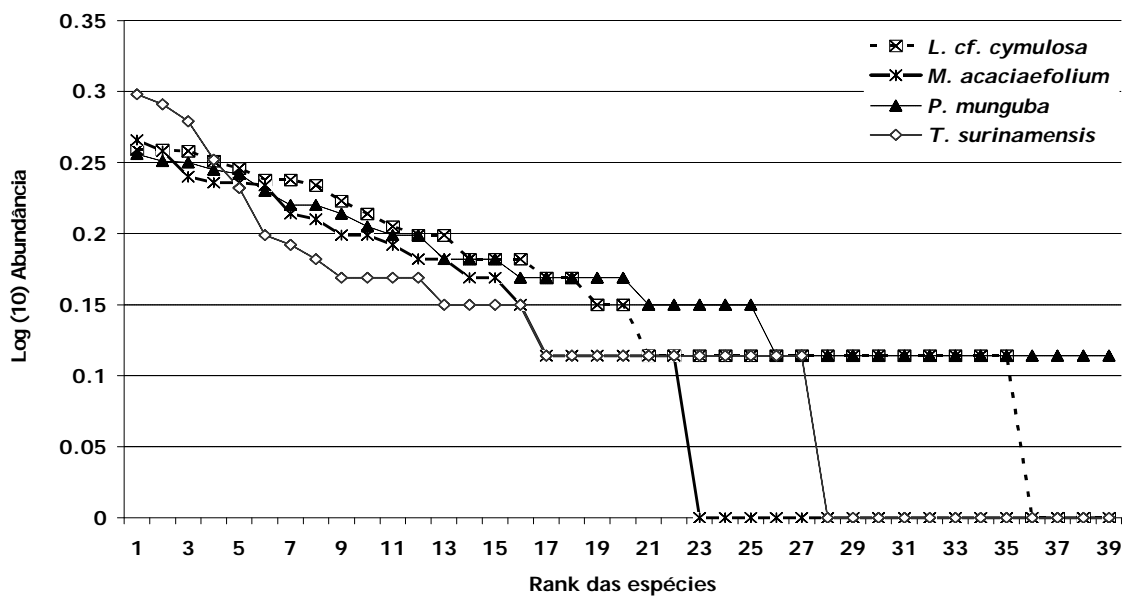


Figura 6. Curvas de Dominância - Diversidade de formigas coletadas em quatro espécies arbóreas na Ilha de Marchantaria, através de fumigação de copas.

O maior índice de dominância foi observado em *T. surinamensis* (45% do inventário dominado por *Pseudomyrmex triplaris* e *Pseudomyrmex viduus*). *M. acaciaefolium* apresentou uma dominância de 26% (*Dolichoderus bispinosus* e *Dolichoderus lutosus*), enquanto que *P. munguba* e *L. cf. cymulosa* apresentaram 14% de sua fauna de formigas amostradas representadas por espécies dominantes (*Creumatogaster cf. limata*, *Dolichoderus diversus*; *Tapinoma* sp 4 e *Pseudomyrmex triplaris* respectivamente).

Tabela 2. Parâmetros de riqueza e diversidade de formigas amostradas em copas de árvores na Ilha de Marchantaria, AM.

PARÂMETRO DE DIVERSIDADE	ESPÉCIE ARBÓREA				Total
	<i>Triplaris surinamensis</i>	<i>Pseudobombax munguba</i>	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	<i>Luehea cf. cymulosa</i>	
Espécies Obs.*	27 ± 1,00	39 ± 1,17	22 ± 0,79	35 ± 0,96	87 ± 0,80
N. Indivíduos	874	267	237	327	1705
Proporção N/S	32,37	6,84	10,77	9,34	16,60
Singletons	11	14	6	15	31
Doubletons	4	5	1	2	8
Únicos	14	17	9	19	37
Índices de Heterogeneidade					
Shannon H Max	1,43	1,59	1,34	1,54	2,82
Shannon J	0,45	0,80	0,77	0,78	
Alpha	9,93	12,57	5,92	5,28	19,38
Simpson 1/D	3,16	13,48	7,61	11,92	7,79
Berger-Parker 1/d	2,19	6,67	3,76	7,11	
Berger-Parker %	45,53	14,98	26,58	14,06	
Esf. amostral (%)	93,75	100	87,5	100	95,31

As curvas de acumulação de espécies de formigas em função da adição de indivíduos em cada espécie arbórea estudada demonstram que muitas outras espécies de formigas ainda podem ser encontradas com base na distribuição de abundância da comunidade inventariada (Figura 7). Neste caso, apenas *Triplaris surinamensis* apresenta uma ligeira tendência à estabilização.

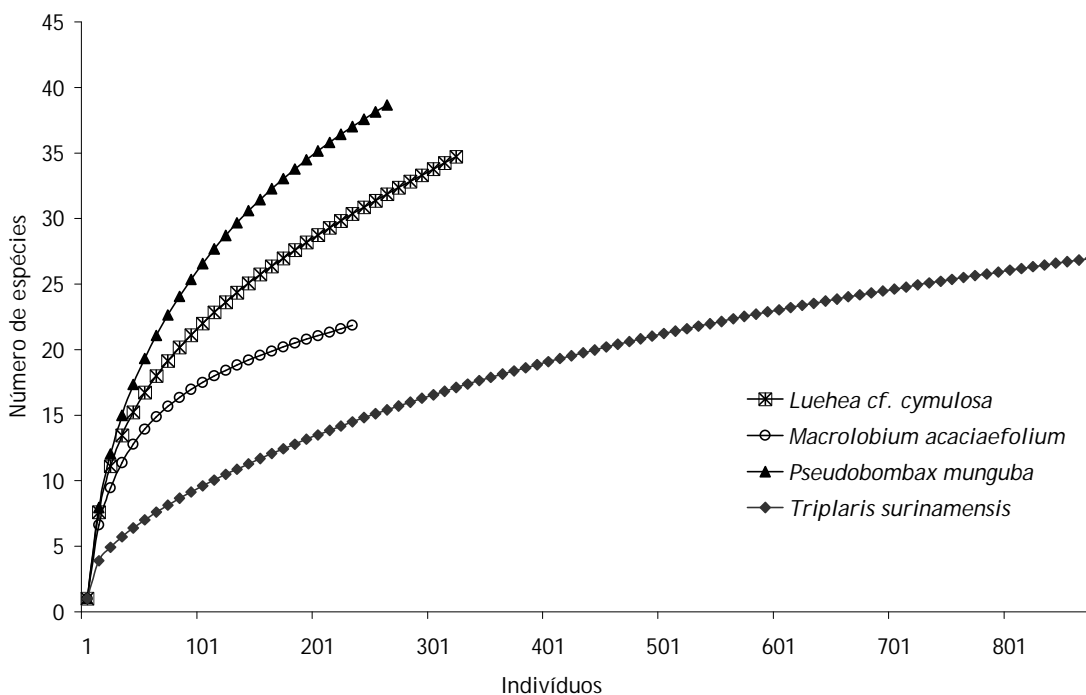


Figura 7. Comparação entre as curvas de acumulação calculadas para quatro espécies arbóreas em uma floresta de várzea na Ilha de Marchantaria, AM. ES (n): número esperado de espécies; n: número de indivíduos observados.

Quando a acumulação de espécies é efetuada através do número de espécies adicionadas a cada amostra (funil) por árvore, é possível observar que todas as espécies arbóreas apresentam uma ligeira tendência à estabilização, indicando que eventualmente uma nova fumigação poderá acrescentar mais espécies ao total observado (Figura 8).

Estes resultados são confirmados pelos protocolos de extrapolação, cujas curvas geradas também não atingem uma estabilidade, e fornecem para algumas espécies de árvore duas vezes mais espécies de formigas do que o valor encontrado (Tabela 3).

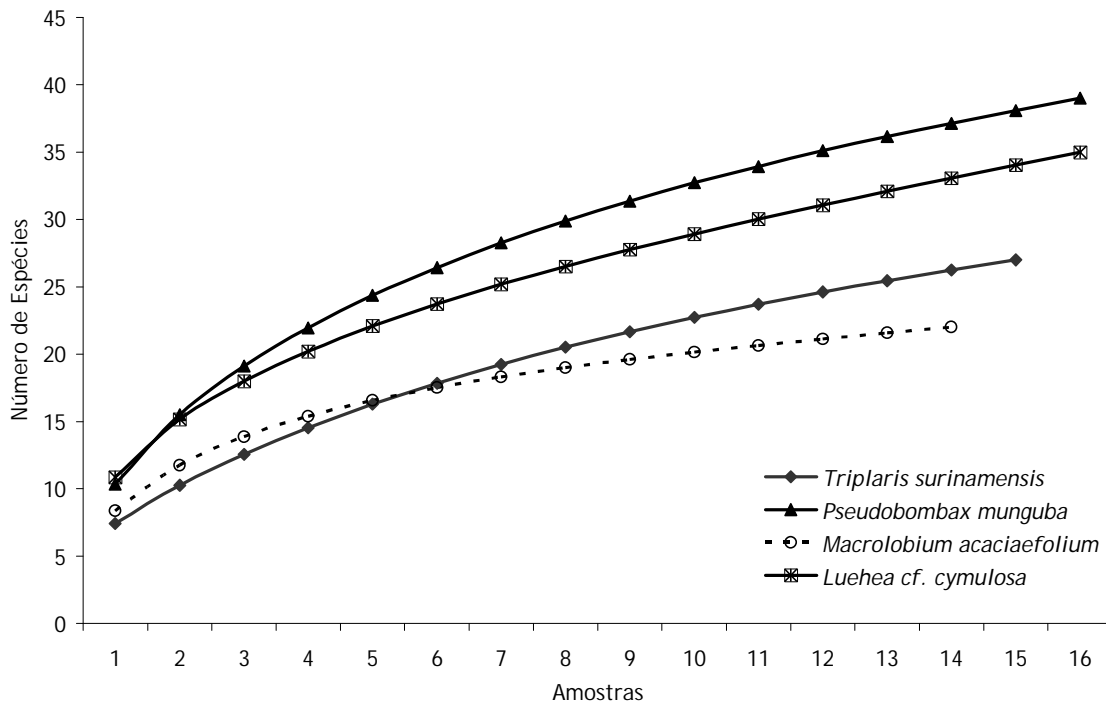


Figura 8. Comparação entre as curvas de acumulação geradas com base no número de amostras efetuadas em quatro espécies arbóreas em uma floresta de várzea na Ilha de Marchantaria, AM.

Para todas as árvores agrupadas, cerca de 100 a 140 espécies de formigas são esperadas, enquanto que para cada árvore individual, este número fica em torno de 40-50 espécies. O alto número de espécies esperadas pelos estimadores é um reflexo do alto número de espécies raras encontradas. Dentre todos os estimadores empregados, o que mais se ajustou aos resultados encontrados foram Bootstrap e Michaelis-Menten. É provável que estes dois estimadores sejam os menos enviesados para comunidades de formigas, visto que operam bem para

comunidades cujo grande número de indivíduos únicos ou não freqüentes predomina, como no caso das formigas (Kettelhut, 1999).

Tabela 3. Comparação entre os valores de riqueza estimada através de protocolos de extrapolação calculados para comunidade de formigas capturadas em quatro espécies arbóreas na floresta de várzea da Ilha de Marchantaria, AM.

ESTIMADOR	ESPÉCIE ARBÓREA				Total
	<i>Triplaris surinamensis</i>	<i>Pseudobombax munguba</i>	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	<i>Luehea cf. cymulosa</i>	
Chao 2	41 ± 9,90	67,9 ± 19,81	30,1 ± 7,10	125,25 ± 76,67	135,89 ± 21,86
Jackknife	40,07 ± 3,73	54,94 ± 4,21	30,36 ± 2,59	52,81 ± 3,68	123,39 ± 5,83
M. Menten	43,8	54	33	41,91	110,68
Bootstrap	32,86	38,68	21,85	42,12	102,79
Rarefação	16,83	38,68	21,85	34,26	44,93
Observado	27	39	22	35	87
Diferença*	-16,80	-28,90	-8,36	-90,25	-48,89

* D= Número de Espécies Observadas - Maior Número de Espécies Estimadas

DISCUSSÃO

Os indivíduos arbóreos estudados foram diferentes entre si, tanto quanto à composição de espécies de formigas, quanto aos valores de abundância e riqueza observados, e refletem que a fauna de formigas em áreas de várzea pode ser altamente diversificada, ainda que estas áreas não apresentem uma diversidade tão grande de espécies vegetais quanto à terra firme (Sioli, 1984, Prance, 1979). Os

resultados obtidos, quando comparados com outras pesquisas utilizando técnica similar de coleta, indicam que, proporcionalmente, mais espécies de formigas foram encontradas nesta área utilizando apenas metade do esforço amostral (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação entre estudos realizados com comunidades de formigas amostradas em áreas tropicais através da técnica de fumigação de copas.

Localidade	Tipo Florestal	Gêneros	Espécies	N. Ind.	Amostra Ind./Sp.	Fonte
Africa/Oceania						
Sabah, Malaysia	L. R.	39	218	47.134	19 / 3	Floren & Linsenmair (1997)
Brunei, Borneo	L. F.	?	32	?	? / 10	Stork (1991)
Neotrópicos						
Tambopata, Peru	U. F.	-	44	330	-	Wilson (1987)
Tambopata, Peru	S. F.	-	33	228	-	Wilson (1987)
Tambopata, Peru	WW. F.	?	45	?	?	Wilson (1987)
La Selva, Costa Rica	C. R.	-	21	-	? / 5	Longino & Nadkarni (1990)
La Selva, Costa Rica	C. R.	-	165	3262	459/?	Longino <i>et al.</i> (2002)
Amazonas ¹ Brazil	WW. F.	10	22	724	3 / 2	Adis <i>et al.</i> (1984)
Amazonas ² Brazil	BW F.	9	22	898	3 / 2	Adis <i>et al.</i> (1984)
Amazonas ³ , Brazil	U. R.	11	26	3.300	3 / 2	Adis <i>et al.</i> (1984)
Amazonas ³ , Brazil	U. R.	21	100	1.718	2 / 1	Harada & Adis (1997)
Amazonas ⁴ , Brazil	WW F.	20	87	1.705	4 / 4	Este estudo

L. R.= Floresta pluvial tropical de planície; L. F.= Planície Florestal inundável; U. F.= Floresta inundável de altitude; S. F.= Floresta inundável secundária; WW. F.= Floresta de várzea; C. R.= Floresta pluvial tropical nebulosa; BW. F.= Floresta de Igapó; U. R.= Floresta pluvial tropical (terra firme). 1 Ilha do Careiro, próximo a Manaus; 2 Tatumã Mirim, Manaus; 3 Res. Flor. A. Ducke, Manaus, AM; 4 Ilha de Marchantaria no Rio Solimões, Iranduba, AM. * Número de indivíduos fumigados/Número de espécies arbóreas.

O gênero *Pseudomyrmex* isoladamente representou 50% de todos os indivíduos amostrados nas quatro espécies de árvores, entretanto este valor elevado pode ter ligação com a presença de espécies como *P. viduus* e *P. triplaris* estarem em associação à *Triplaris surinamensis* nesta área de várzea (Ward, 2000), devido a presença de galerias nos galhos desta planta, onde as formigas nidificam. Assim, tais espécies de formiga podem ser encontradas forrageando nos troncos desta planta, em constante atividade ao longo do ano. Ninhos de *Pseudomyrmex* também foram observados no interior de amostras de galhos de *P. munguba*, outra espécie vegetal comum na várzea. Tanto *P. viduus* como outras espécies do gênero são visualizadas com frequência nesta árvore podendo ocorrer mutualismo facultativo (Obs. pess.). A presença de ninhos nas árvores foi evidenciada pela amostragem de castas aladas, juntamente com grande número de operárias. Apenas duas espécies ocorreram com grande número de rainhas em *Luehea* cf. *cymulosa* onde maior número destas foi encontrado (20%): *Dolichoderus lamellosus* e *Dolichoderus lutosus* (Dolichoderinae) e *Pseudomyrmex viduus* (Pseudomyrmecinae). Nas demais árvores, mais de uma espécie de formiga apresentou ninhos nas copas, reforçando o status de oportunismo por parte das espécies encontradas, aptas a nidificar neste ambiente durante a fase de emergência da floresta.

A presença de uma grande proporção de espécies de formigas com hábitos arborícolas composta principalmente por predadores, oportunistas e generalistas nestas árvores parece justificável, considerando que os períodos de cheia e vazante na várzea aumentam a atividade de migração de grupos de artrópodes terrícolas para a vegetação. Assim, a probabilidade de aquisição de alimento na vegetação

deve ser constante ao longo do ano. Outro fator envolve a capacidade de localização e captura de presas, a qual deve ser mais fácil para aqueles grupos que optam por forragear primariamente na vegetação, considerando a limitação espacial (dimensão) de uma árvore quando comparada com o solo.

Fonseca (1999) considera que para formigas que habitam plantas mirmecófitas o espaço para nidificação é um dos fatores limitantes para a estabilidade de suas comunidades quando associadas a estas plantas e suas respectivas populações, visto que uma vez que o recurso não seja dividido adequadamente no tempo e no espaço, processos como a competição inter e intraespecífica podem ocorrer. No caso de plantas que não apresentem estruturas específicas para abrigar a comunidade ou espécies de formigas em áreas sujeitas a inundações periódicas, a divisão do recurso no espaço e no tempo pode ocorrer através de uma limitação, tanto quanto ao número de espécies como de indivíduos (Fonseca, 1993), a qual pode ser direcionada por processos competitivos. Entretanto, quando as espécies envolvidas apresentam hábitos de nidificação e forrageio como os observados neste estudo, a regulação da população, caso ocorra, não possui relação com a hipótese de limitação de sítios, mesmo durante a fase alagada da floresta. Floren *et al.* (2001) relatam que a pressão ocorrida na comunidade de artrópodes em vegetação pela predação por formigas é alta, entretanto só pode ser evidenciada em plantas mirmecófitas ou mirmecofílicas, enquanto que naquelas espécies que não apresentem estas associações este tipo de observação é raro (Memmott *et al.*, 1993). Floren & Linsenmair (1997, 2000) também observaram que em espécies vegetais que não apresentam características mirmecofílicas, como algumas das espécies observadas neste estudo (*M.*

acaciaefolium, *L. cf. cymulosa*), a composição da comunidade de formigas é formada principalmente por membros generalistas e forrageadores oportunistas os quais consomem qualquer tipo de alimento encontrado.

Um exemplo deste tipo de “estratégia” ocorre com o gênero *Dolichoderus*, freqüente neste estudo, principalmente em *P. munguba*. *D. bispinosus* é uma das espécies mais comuns na floresta de várzea da Ilha de Marchantaria, sendo também observada nidificando em ninhos semelhantes a cartão, tais como os construídos por *Azteca*, ou ainda em cupinzeiros abandonados, troncos mortos e outros. A mesma observação ocorre para o gênero *Crematogaster*, com a ressalva de que algumas espécies deste gênero (e.g. complexo *limata*) podem compor mosaicos e direcionar processos competitivos nas copas, ocasionando uma redução na diversidade. Este tipo de mosaico ainda não foi observado em copas de florestas (e.g. Floren & Linsenmair, 2000), porém tem sido observado em áreas degradadas ou na copa superior de florestas primárias (Dejean & Corbet, *in press*). Ainda quanto à presença de membros da subfamília Dolichoderinae nas copas das árvores, em seu estudo, Floren & Linsenmair (1997) observaram que as espécies desta subfamília foram dominantes nas copas de árvores em Sabah, na Malásia. Os autores relatam que uma espécie, pertencente ao grupo de *Dolichoderus thoracicus* apresentam polidomia e poligenia tornando-as hábeis para ocupar sítios de nidificação em um curto intervalo de tempo.

Kaspari (1996) relata que algumas espécies de formigas que compõem uma comunidade podem se especializar em vários níveis tróficos, em função: a) do tamanho e da densidade de um determinado recurso; b) do tamanho corporal das operárias; c) do tamanho e grau de agressividade das colônias. Assim sendo,

espécies com operárias maiores, terão acesso a uma amplitude maior de presas. Como o alimento se apresenta de diferentes formas e tamanhos, os recursos maiores e mais nutritivos serão explorados e defendidos por aquelas espécies com colônias maiores e mais agressivas. Estas condições se enquadram ao padrão de composição das comunidades de formigas em *T. surinamensis* que apresenta uma ocupação primordial por *Pseudomyrmex* (Ward, 2000). Nas demais espécies de árvores, a ocupação por de formigas ainda necessitaria de melhores investigações. Existe uma preponderância de espécies de *Pseudomyrmex* em geral, no entanto não é claro seu papel como “regulando as populações ou sendo regulada” pelas demais espécies de formigas neste estudo.

Os índices de dominância calculados apontam para a influência destas espécies nas copas principalmente em *M. acaciaefolium* e *T. surinamensis*. Em média, cerca de 40% a 45% das espécies coletadas foram representadas por singletons e 37% a 60 % ocorreram com menos de 20 indivíduos. De fato, algumas espécies consideradas raras neste estudo podem não ter sido amostradas devidamente devido à baixa mobilidade ou ainda a hábitos tais como nidificar no interior de galhos ou estruturas presentes nas árvores estudadas, deficiência esta já observada em outros estudos realizados em copas de árvores (e.g. Adis, 2002; Longino *et al.*, 2002). De acordo com Longino *et al.* (2002) uma das causas da raridade são os efeitos de massa (Shmida & Wilson, 1985) onde espécies podem colonizar determinadas áreas isoladas através da dispersão proveniente de sítios vizinhos onde são mais abundantes. No caso da Ilha de Marchantaria, esta hipótese poderia explicar os processos de colonização por formigas, principalmente por espécies que forrageiam ou nidificam preferencialmente sobre o solo, visto que

durante cerca de três meses maior parte da Ilha permanece alagada. Uma das poucas formas de recolonização destas áreas por espécies provenientes de áreas de terra firme seria através da dispersão por vôo ou ainda através de troncos e capins flutuantes durante o período da cheia. No caso de grupos de espécies que ocorrem preferencialmente na vegetação, como é o caso de *Pseudomyrmex*, *Azteca*, *Cephalotes* e *Dolichoderus*, esta questão ainda necessitaria maiores investigações, como avaliar a idade e tempo de fundação dos ninhos, por exemplo.

Duas considerações são necessárias quanto ao inventário realizado. As curvas de acumulação baseadas nas amostras ("sample based") indicam que o esforço amostral realizado, em termos de m² de área (dado pelo número de funis) pode ser suficiente para representar a unidade (árvore) amostrada. No entanto, quando observamos a curva de acumulação de espécies baseada no número de indivíduos ("individual based") fica claro o papel das espécies raras e únicas, pois apesar de *T. surinamensis* exibir uma tendência à estabilidade, o número de indivíduos coletados dentro de uma única espécie foi alto. Algumas soluções podem ser tomadas para atenuar estes efeitos, entre elas, aumentar o número de indivíduos arbóreos amostrados, e realizar fumigações sucessivas para avaliar o papel dos processos de recolonização (turnover) de espécies nestas árvores ao longo do tempo. Fumigações sucessivas também podem aumentar a probabilidade de captura daquelas espécies que por uma razão ou outra não foram capturadas, como devido à presença de partes ocas no interior de troncos e galhos, as quais podem servir de refúgio durante o processo de coleta.

7.3. Formigas em árvores e no solo de floresta de várzea - composição, diversidade e densidade de atividade.

RESUMO

Grande parte dos estudos com formigas avalia principalmente os efeitos do habitat sobre os padrões de diversidade e composição da comunidade. Na Ilha de Marchantaria, AM, uma série de estudos foram desenvolvidos, desde a década de 80 para investigar os efeitos do pulso de inundação sobre as comunidades locais. Empregando dados coletados durante os anos de 1987 e 1988, este capítulo teve por objetivo avaliar as comunidades de formigas em um sítio de floresta de várzea a qual foi amostrada na vegetação (em troncos de árvores) e no solo, por meio de 3 metodologias distintas. Foram encontradas 77 espécies, e destas, maior parte foi proveniente das amostragens no solo (Höfer, 1990). Também foi verificado um ligeiro aumento na atividade das formigas capturadas durante os dois meses que antecedem a cheia nesta área, porém a atividade de subida das formigas pelos troncos das árvores estudadas permaneceu constante.

INTRODUÇÃO

Durante mais de 20 anos, o Grupo de Ecologia Tropical do Instituto Max-Planck de Limnologia, sediado em Plön na Alemanha, em cooperação com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA vêm estudando a ecologia e a dinâmica de áreas inundáveis na Amazônia, principalmente os efeitos do pulso de inundação (Junk *et al.*, 1989) nas comunidades vegetais e animais. Estas áreas representam cerca de 6% de todos os ecossistemas florestais da Amazônia e dentre estes, 200.000 km² correspondem unicamente às florestas de várzea, inundadas por rios de água branca (Ayres, 1993). Uma das grandes questões envolvendo as florestas alagáveis é responder quais são os mecanismos responsáveis pela manutenção da diversidade local, a qual pode estar intimamente ligada com os períodos de enchente e vazante (Adis, 1997).

Algumas hipóteses sobre a diversificação nas florestas tropicais envolvem teorias em freqüente discussão, tais como a existência de perturbações intermediárias (Connel, 1978; Lugo, 1988), e de nichos diversificados, entre outras (Connel, 1978; Prance, 1982; Connel & Lowman, 1989; Cornell & Lawton, 1992). Entretanto, muito ainda necessita ser esclarecido acerca das teorias que envolvem a diversificação em áreas alagáveis, visto que poucos estudos enfocam diretamente a avaliação da diversidade das comunidades nestas áreas, principalmente em grupos mega-diversos, como os invertebrados (e.g. Erwin & Adis, 1982).

A maior parte dos estudos sobre ecologia de formigas em florestas tropicais é direcionada para comparações entre áreas cuja cobertura florestal ainda permanece intacta e para áreas que sofreram algum tipo de impacto, normalmente ocasionado por atividades antrópicas (e.g. atividade madeireira - Ketelhut, 1999;

Vasconcelos *et al.*, 2000; Kalif *et al.*, 2001; conversão de ecossistemas em pastagens - Moutinho, 1998; e áreas alteradas e plantios - Majer, 1992; Fowler *et al.*, 1992; Roth *et al.*, 1994; Majer & Delabie, 1994; Perfecto & Roth, 1995). Até o presente momento poucos trabalhos avaliaram o comportamento (caracterização, distribuição, padrões de riqueza e diversidade) da fauna de formigas em áreas sujeitas as perturbações naturais, tais como as inundações periódicas que ocorrem em áreas de várzea e igapó, principalmente abrangendo o nível de comunidade (e.g. Adis, 1981; Majer & Delabie, 1994). Alguns inventários foram realizados por Adis (1981) em uma área de igapó (floresta inundada por rios de água preta), e Adis (1997) em várzea. Porém tais estudos enfocaram primordialmente os padrões migratórios (dinâmica de atividade) das formigas durante os períodos de cheia e vazante (Adis, 1981; 1997). A questão metodológica também tem sido um ponto crucial na maior parte dos inventários em áreas de várzea, dada a dificuldade em se instalar protocolos adequados devido à alternância entre fase cheia e vazante que ocorre em intervalos de 5 a 7 meses. Tanto a cheia como a vazante ocorrem de forma gradual, assim, métodos que envolvam delineamentos em "grids", transectos, parcelas fixas entre outros, ficam comprometidos.

Os objetivos deste capítulo são: 1) descrever as variações na composição e diversidade de formigas e densidade de atividade, em uma área de floresta de várzea situada na região do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM considerando os possíveis efeitos causados pela inundação, e 2) descrever quais são as características principais das comunidades de formigas presentes neste local, comparando as com resultados obtidos em outros estudos.

MATERIAL E MÉTODOS

O inventário das formigas ocorreu entre Setembro de 1987 e Fevereiro de 1988 (um ano “típico” sem efeito do El Niño, Adis (2002a)), em um sítio de floresta de várzea situada na região do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM (Figura 3, pg. 25). As formigas do solo, liteira e vegetação foram amostradas através de pitfall traps circulares, e fotoelectores de árvore e de solo (Platnick & Höfer, 1990). Foram instaladas na área: uma armadilha pitfall circular, contendo quatro compartimentos separados em cujo “teto” uma árvore artificial foi adaptada (Ringbodenfalle mit Stammattrape - RKB, Figura 12, pg. 46), dois fotoelectores de árvores para cima, compostos por 4 funis (Figura 14, pg. 48), sendo um em árvore artificial (Kunstbaum - KB) e outro em *Pseudobombax munguba* (Naturbaum - NB), e quatro fotoelectores de solo (Bodeneklektor - BE, Figura 10, pg. 46). Destes, dois permaneceram em locais fixos e dois foram movimentados a cada quatro semanas. Detalhes da metodologia podem ser obtidos em Höfer (1990), Platnick & Höfer (1990), Adis (2002) e no capítulo 4 desta tese. No frasco coletor de todas as armadilhas uma solução aquosa de ácido pícrico (1 parte de ácido pícrico saturado para 3 partes de água) foi empregada como agente mortífero e conservante (Adis, 1981; 1988). Coletas realizadas através destes três métodos proporcionam dados para verificar o espectro do grupo, a densidade de atividade a dominância e a fenologia de grupos de artrópodes durante os períodos de variação no nível fluvial (Adis, 1981; Höfer, 1990; Adis, 2002). A Tabela 1 apresenta um resumo da atividade de campo juntamente com o percentual de formigas amostradas através de cada metodologia durante o período de estudo.

Tabela 1. Resumo das atividades de coleta de formigas na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM.

Método	Período Amostral*	Número de Armadilhas**	Número de Indivíduos	Esforço Amostral***
Fotoeclor de Árvores				
Árvore Natural (NB)	3 meses	1 (4)	471	10,91 %
Árvore Artificial (KB)	2 meses	1 (4)	344	7,96 %
Fotoeclor de Solo	6 meses	4	254	5,88 %
Pitfall circular	5 meses	1 (4)	3249	75,25 %
Total	6 meses	5	4318	

* entre Setembro de 1987 e Março de 1988 ** (coletores por armadilha) ***percentual de indivíduos amostrados por método, em relação ao total capturado.

Os dados de precipitação (anos de 1987 e 1988) foram obtidos através da estação climática do Caldeirão - Embrapa, CPAA, situada no município de Iranduba, AM (ca. 24, 7 km à montante da Ilha de Marchantaria), e a variação no nível do Rio, através da Capitania dos Portos de Manaus, AM (Figura 1).

O material coletado foi determinado até gênero através da utilização de chaves de identificação (Hölldobler & Wilson, 1990). Posteriormente, foi separado por morfotipos, alfinetado e identificado até espécie através de comparações com coleções e chaves específicas quando existentes. Após a identificação o material foi categorizado com relação ao hábito alimentar, hábito de nidificação e grupo funcional, baseando-se em trabalhos publicados para a região Neotropical (Majer & Delabie, 1994; Silvestre, 2000) e demais áreas, quando na ausência de descrições para gêneros específicos (Hölldobler & Wilson, 1990; Andersen, 1997; Brown Jr., 2000). Uma tabela contendo esta classificação encontra-se no Anexo 2.

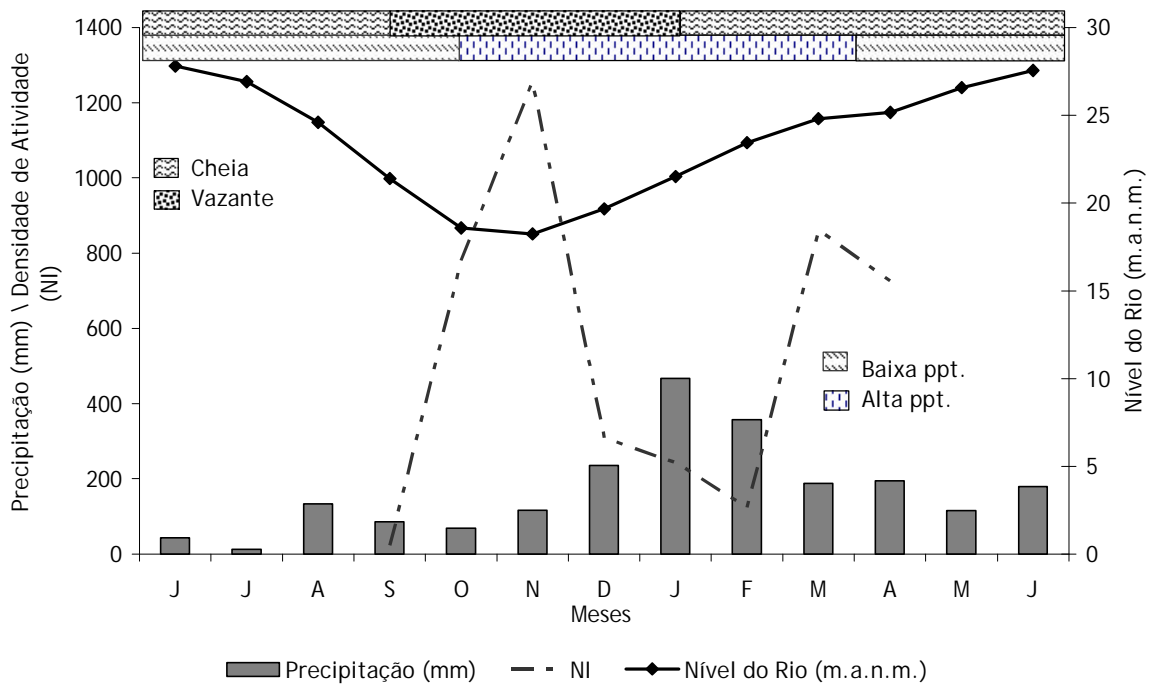


Figura 1. Variação climática e hidrológica entre o período de Junho de 1987 a Junho de 1988 e número de indivíduos de formigas capturadas (NI) por mês (todos os métodos agrupados) durante o período de estudo na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM. Dados de precipitação e variação fluvial obtidos respectivamente na estação climática do Caldeirão, Embrapa - CPAA e Capitania dos Portos de Manaus, AM.

Análise dos dados

Inicialmente foram definidas as unidades amostrais a serem consideradas de acordo com o método de captura empregado. Para os fotoelectores de árvores e pitfall circular, as subunidades foram agrupadas (funis ou compartimento da armadilha pitfall; n =4). Cada fotoelector de solo foi considerado como uma unidade amostral independente da outra (n =4) visto que a captura de formigas fica

restrita ao raio de ação da armadilha (1m²). As amostras foram separadas por data de coleta para avaliar a densidade de atividade ao longo do tempo e agrupadas por mês para estimativas de riqueza e diversidade. Desta forma temos como esforço amostral: A) fotoelectores em *Pseudobombax munguba* (NB)- n= 9 (densidade de atividade) e n= 4 (riqueza e diversidade, dados agrupados por mês); fotoelectores em árvore artificial (KB)- n= 7 e n= 3 (idem NB); B) Pitfall circular- n= 5 (meses) para estimativas de diversidade e para densidade de atividade; e C) Fotoelectores de Solo- n= 28 (número de amostragens efetuadas através dos 4 electores durante 6 meses) para estimativas de diversidade e n= 14 para densidade de atividade.

A riqueza esperada de espécies na área, de acordo com cada método foi obtida utilizando técnicas de extrapolação propostas em um estudo desenvolvido por Colwell & Coddington (1994) e revisadas por Longino *et al.* (2002). Como as abundâncias das formigas não obedecem a uma distribuição normal, análises qualitativas e não-paramétricas são as mais aconselháveis. Assim foram empregados os Índices de Chao 2 (Chao, 1987), Jackknife (Heltsh & Forrester, 1983), Bootstrap (Smith & van Belle, 1984) e Michaelis-Menten (Raaijmakers, 1987), como medidas de riqueza não-paramétricas. Para o cálculo de todos os índices foram utilizados apenas dados de registro da espécie (número de observações da espécie por unidade amostral), tendo em vista que o uso do número de indivíduos tem forte dependência com o caráter gregário produzido pela vida colonial das formigas (Romero & Jaffe, 1989). O Índice de Chao 2 (Chao, 1987) é dado pela fórmula: $S^*1 = Sobs + (L^2/2M)$, onde L é o número de espécies que ocorrem em somente uma amostra (únicas) e M é o número de espécies que ocorrem em exatamente duas amostras (duplas). Este estimador foi escolhido porque opera

melhor se maior parte das informações contidas nas amostras se concentrarem em baixas freqüências, ou seja, uma predominância de espécies “únicas” e “duplas” (Colwell & Coddington, 1994; Silva & Coddington, 1996; Coddington *et al.*, 1996). O estimador de riqueza Jackknife (Heltshe & Forrester, 1983) é uma técnica para reduzir o desvio das estimativas, neste caso, evitando a subestimação do número real de espécies de uma comunidade em função do número representado na amostra. A estimativa Jackknife de primeira ordem é baseada no número de espécies que ocorrem em somente uma amostra (L), e é dada pela fórmula: $S^*2 = Sobs + L (n-1/n)$, sendo n o número de amostras. Este estimador foi desenvolvido para avaliar a riqueza com simulações extensivas.

O estimador de riqueza Bootstrap (Smith & van Belle, 1984) registra a

$$S^*3 = Sobs + \sum_{k=1}^{Sobs} (1 - p_k) m$$

onde p_k é a proporção de amostras que contém a espécie k e m o número total de amostras. As curvas de acumulação são consideradas métodos informais de verificar a eficiência de um inventário. Entretanto, como os indivíduos de uma população inventariada diminuem sua probabilidade de captura ao longo do tempo (neste caso, a probabilidade de capturar uma nova espécie é reduzida conforme se aumenta o esforço amostral), a assíntota da acumulação de espécies dificilmente é alcançada. Lamas *et al.* (1991) ajustaram esta curva a uma equação denominada “Michaelis-Menten”, a qual tem sido utilizada para estimar as assíntotas destas curvas, pois ajusta muitos grupos de dados de forma adequada. Ela é dada pela equação: $S^*4 = Sobs (n) (B+n/ n)$, onde S^*4 é a estimativa da assíntota (riqueza de espécies), e B é uma constante ajustada

(número de amostras necessárias para coletar ao menos metade do total de espécies).

Para avaliar a adequação dos modelos para a riqueza de espécies, uma computação de 100 réplicas de cada estimador foi feita através de aleatorização das ordens amostrais, e após a adição de cada amostra, são calculadas as equações. As médias da acumulação das espécies observadas e cada estimador empregado são então plotados contra o número de amostras.

Estas análises revelarão o comportamento dos estimadores de riqueza em termos de informações acumuladas (curva de acumulação de espécies empírica). O melhor estimador será aquele que alcançar uma assíntota estável acompanhando a curva empírica. Se o estimador de riqueza alcançar um platô estável, mesmo se a curva observada permanece subindo nas últimas amostras, o inventário pode ser adequado para avaliar a riqueza da fauna. Caso os estimadores estejam subindo, sem apresentar uma estabilidade ainda nas últimas amostras (final do inventário), a estimativa de riqueza pode ainda estar sujeita a subestimação (Coddington *et al.*, 1996).

As rotinas destes cálculos de riqueza foram realizadas através do programa EstimateS 6.01© beta, desenvolvido por R.K. Colwell (1994-2000).

Dados de dominância foram calculados através do índice de Berger-Parker e análises na distribuição de abundância das espécies. Análises de diversidade através de índices (e.g. Shannon, Alfa, Séries de Hill, e Simpson) foram calculadas para comparar a eficiência de cada método (Magurran, 1988).

RESULTADOS

Inventário das espécies, caracterização da comunidade e padrões de atividade.

Foram encontradas 77 espécies, 22 gêneros e 5 subfamílias durante o inventário realizado na floresta de várzea do Lago Central. Uma listagem das espécies encontra-se na Tabela 3, no final deste capítulo. A subfamília Myrmicinae foi a mais freqüente (68,09 % dos registros totais), representada principalmente por espécies pertencentes ao gênero *Pheidole*. Dolichoderinae foi a segunda subfamília mais freqüente com 11,88 % de todas as formigas encontradas seguida por Formicinae (11,83 %). As demais subfamílias representaram apenas 8,19 % das capturas. Comparativamente com os dados observados no Lago do Camaleão, Myrmicinae e Formicinae foram as subfamílias mais comuns nas armadilhas de solo utilizadas nestas duas áreas de floresta localizadas na ilha (Figura 2).

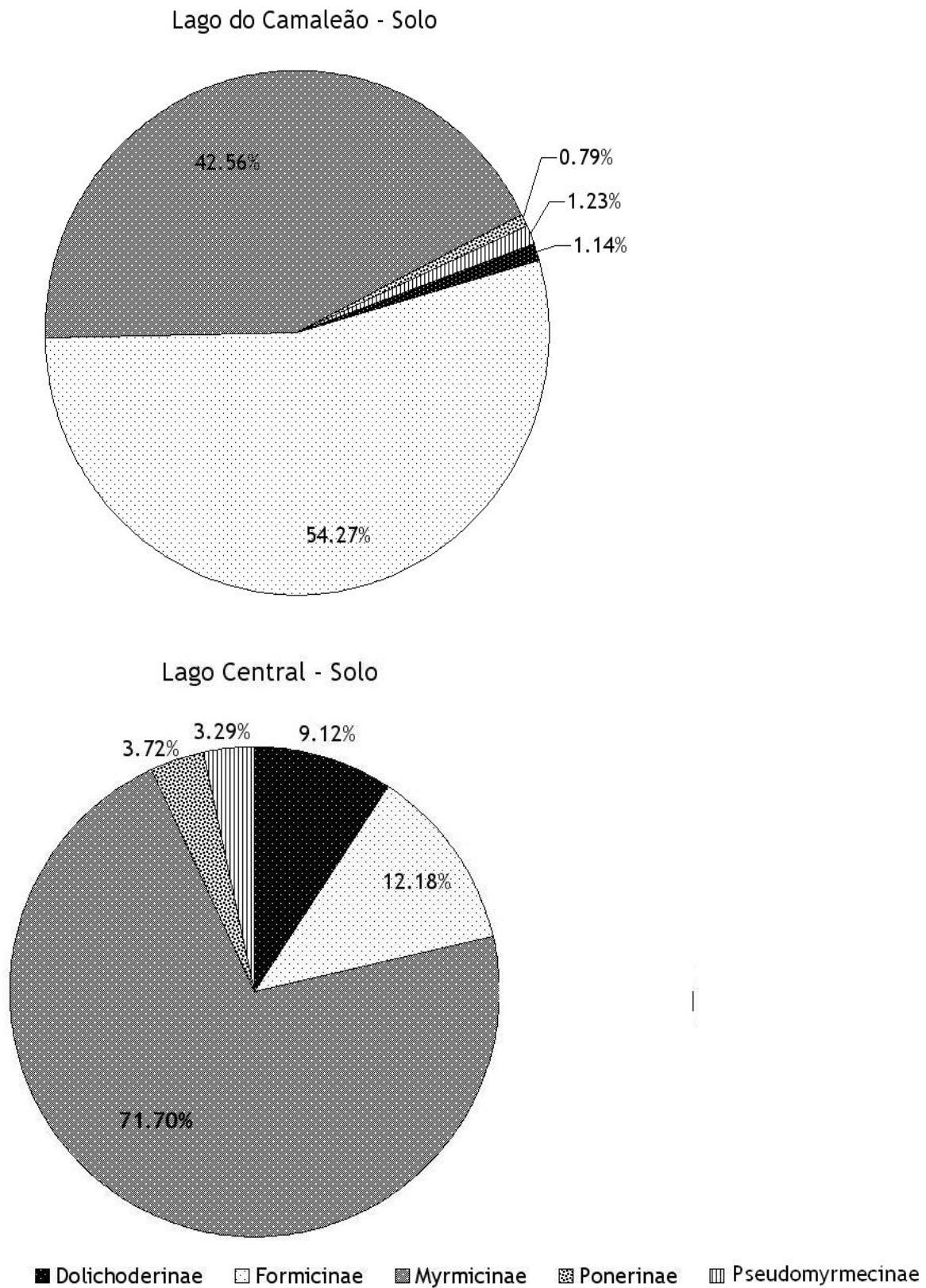
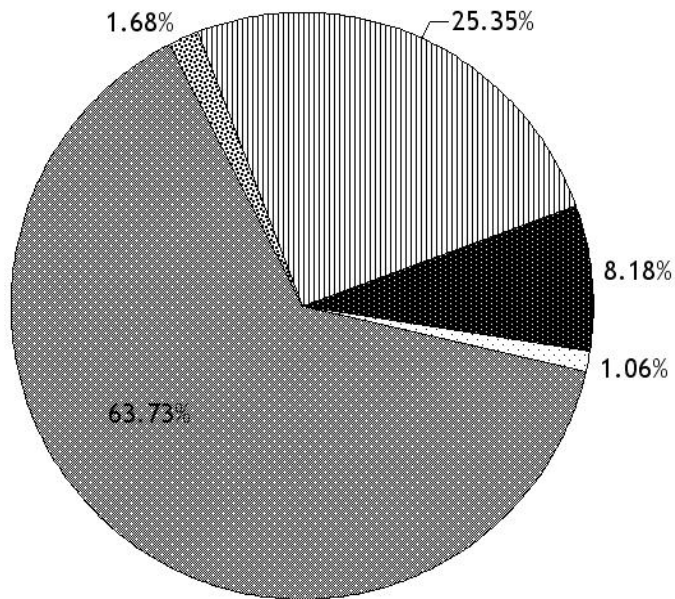


Figura 2. Subfamílias de Formicidae capturadas através de armadilha de solo (pitfall e fotoeclector) em duas florestas de várzea na Ilha de Marchantaria, AM.

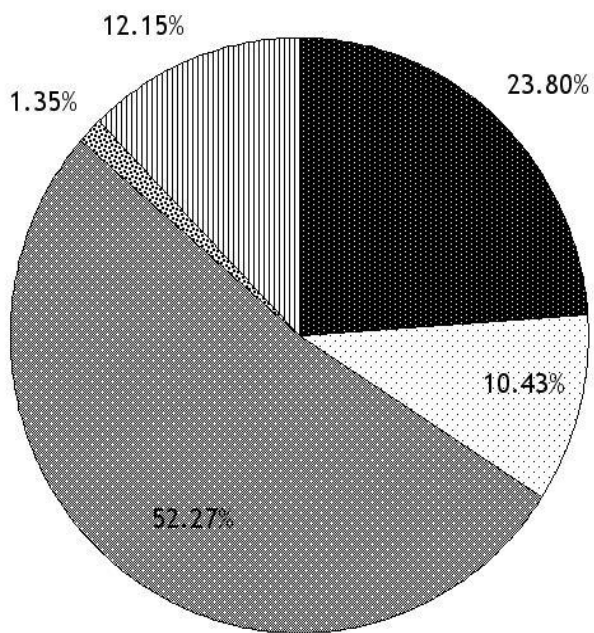
Myrmicinae também foi a subfamília mais amostrada na vegetação, porém Dolichoderinae foi a segunda mais freqüente nas coletas realizadas no Lago Central (Figura 3), enquanto no Lago do Camaleão, Pseudomyrmecinae foi a segunda subfamília mais representativa.

Mesmo não tendo sido a subfamília com maior representatividade em termos de registros e número de indivíduos, Pseudomyrmecinae apresentou 11 espécies no período total do inventário realizado na floresta de várzea do Lago Central, e apesar de serem formigas tipicamente arborícolas, 9 destas foram capturadas também no solo. *Dolichoderus* foi o gênero mais representativo em espécies e indivíduos, dentro da subfamília Dolichoderinae, sendo que *D. bispinosus* foi a espécie mais comum. Em Formicinae, *Paratrechina* sp. 3 foi a espécie mais freqüente, e o gênero *Camponotus* apresentou maior número de espécies. A subfamília Ponerinae não apresentou números expressivos quanto a gêneros e espécies, e, com exceção de *Platythyrea* e *Pachycondyla* sp. 3 que foram capturadas em armadilhas na vegetação, todas as demais 6 espécies de Ponerinae encontradas foram capturadas apenas no solo.

Lago do Camaleão - Vegetação



Lago Central - Vegetação



■ Dolichoderinae □ Formicinae ■ Myrmicinae ▨ Ponerinae ▩ Pseudomyrmecinae

Figura 3. Subfamílias de Formicidae capturadas através fotoelectores de árvores em duas florestas de várzea na Ilha de Marchantaria, AM.

A maioria das formigas capturadas (Fotoelector e Pitfall/solo) ocorre tanto em solo quanto em árvores (S/A). Já nas árvores (Fotoelectores em *P. munguba* e árvore artificial) mais de 50% da fauna é constituída por gêneros cujo hábito de nidificação é exclusivamente arborícola, e os demais sendo encontrados também em outros substratos, além de árvores (e.g. *Paratrechina*, *Pheidole*, *Tapinoma*) (Figura 4a). Quanto ao hábito alimentar, grupos onívoros e saprófagos, isto é, forrageadores generalistas, são mais comuns na área (90,61 % de todos os registros) (Figura 4b), e são compostos principalmente por membros da subfamília Myrmicinae de hábitos generalistas (MG) ou especializados em climas tropicais como *Pseudomyrmex* (ECT) (Figura 4c).

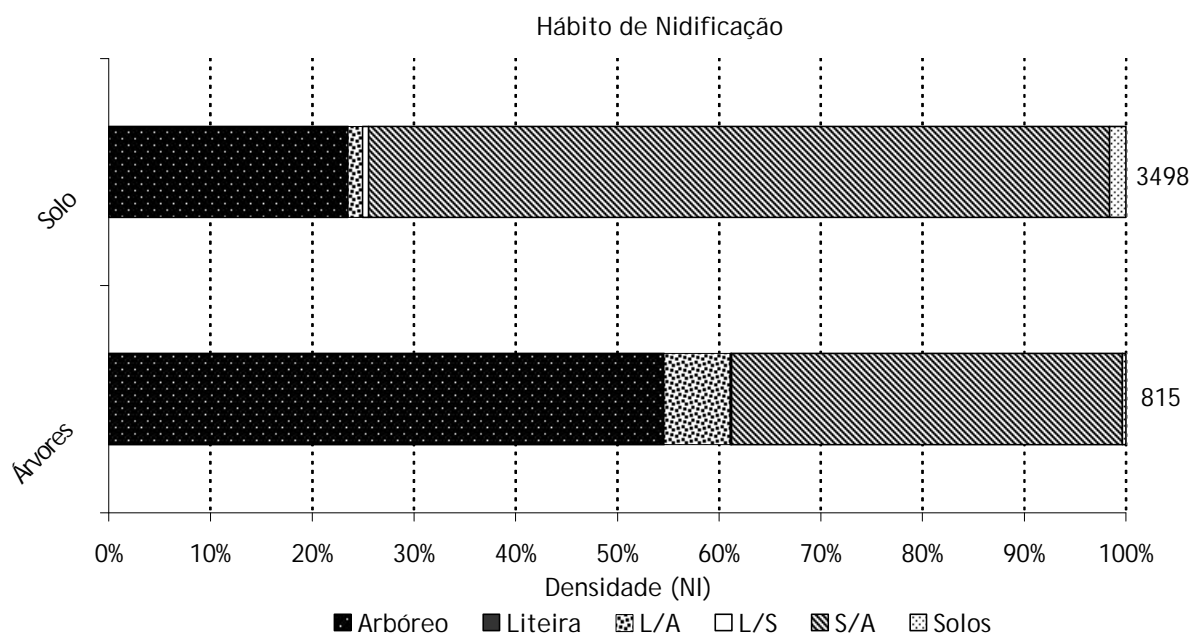


Figura 4a. Caracterização quanto ao hábito de nidificação da fauna de formigas capturadas na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, Brasil. A - Arborícola, L - Liteira, L/A - Liteira ou Arborícola, L/S - Liteira ou Solo, S/A - Solos e Árvores.

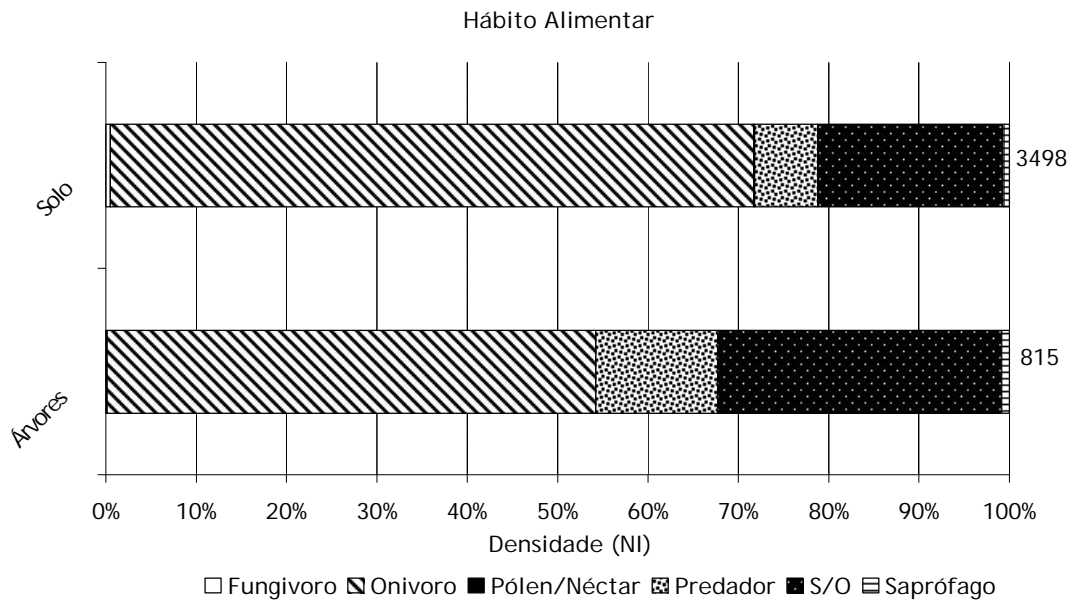


Figura 4b. Caracterização quanto ao hábito alimentar da fauna de formigas capturadas em uma floresta de várzea no Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, Brasil, através de fumigação. O - Onívoro, S/O - Saprófago/Onívoro.

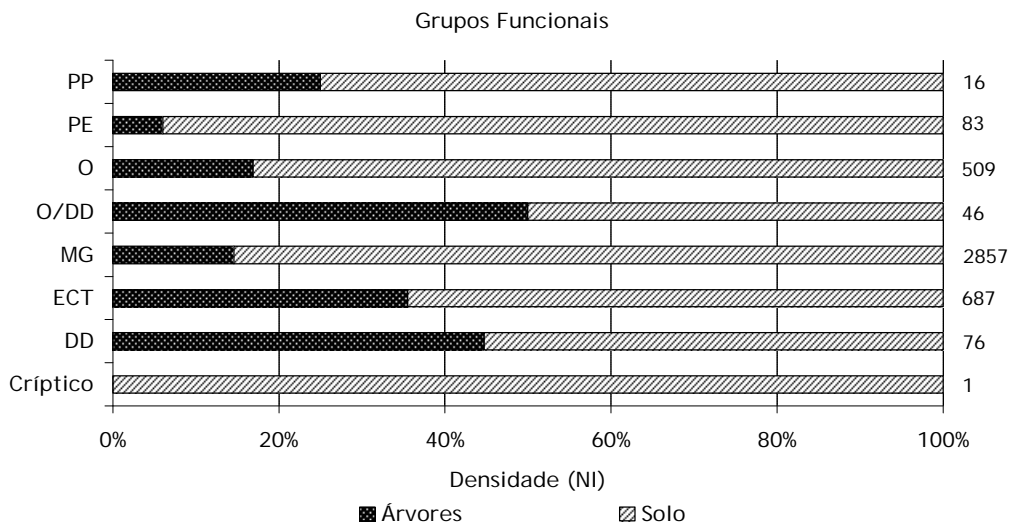


Figura 4c. Caracterização da fauna de formigas quanto ao grupo funcional. DD - Dolichoderinae Dominante, MG - Myrmicinae Generalista, ECT - Especialista em Clima tropical, PE - Predador Especializado, PP - Ponerinae predador, O - Oportunista.

A amostragem no solo, realizada apenas através do pitfall circular (RKB) capturou maior número de espécies, gêneros e indivíduos (68, 21, 3.249), entretanto a densidade de atividade ao longo dos meses de estudo não apresentou variações expressivas (Figura 5).

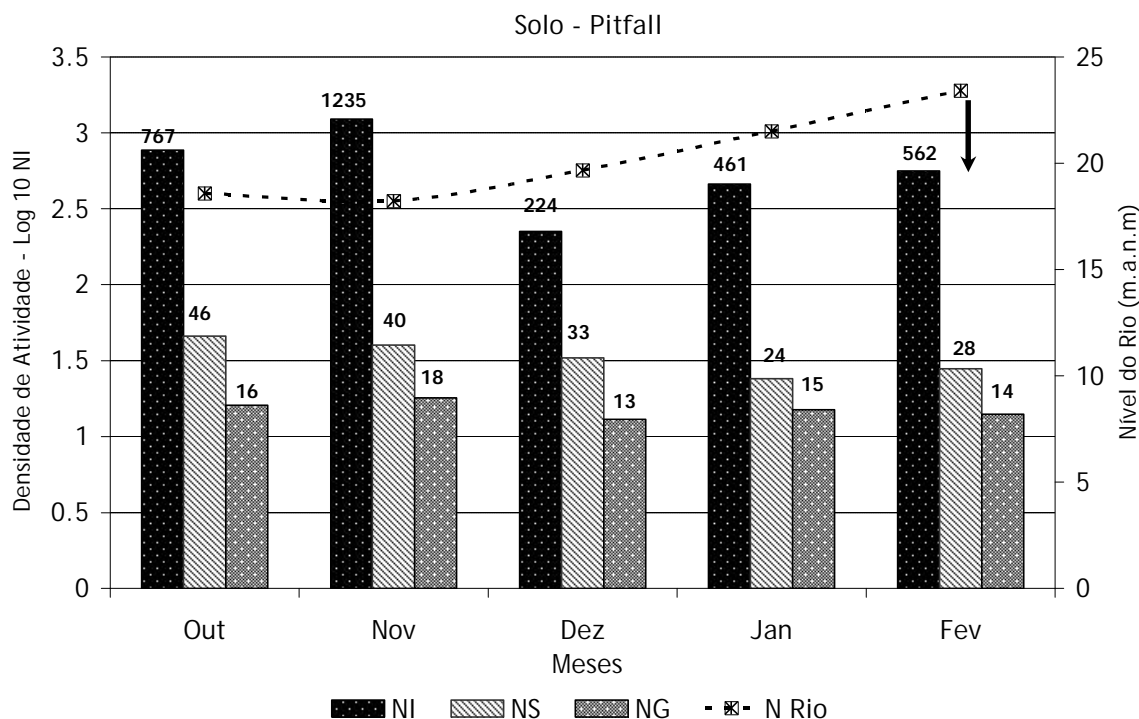
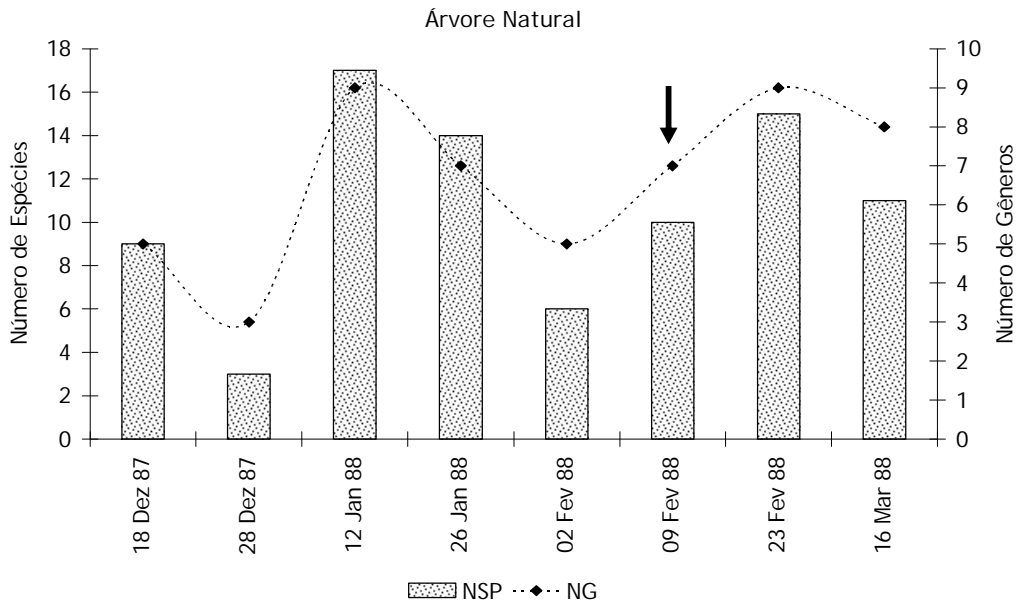


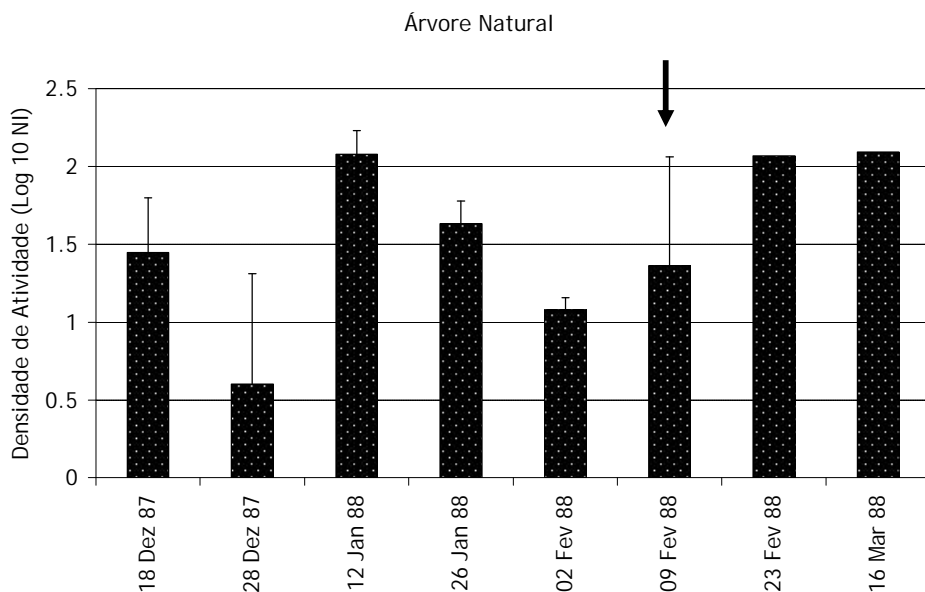
Figura 5. Atividade de formigas, número de espécies (NS) e número de gêneros (NG) capturados na floresta de várzea do Lago Central através de uma armadilha pitfall circular (RKB) (Início da cheia indicado pela seta).

Os Fotoelectores de árvores instalados em *Pseudobombax munguba* (NB - 36 espécies, 14 gêneros, 471 indivíduos - Figura 6a e 6b), e em árvore artificial (KB-34, 13, 344 - Figura 7a e 7b), apresentam aumento discreto na atividade de forrageio de formigas migrando para cima nos troncos quando os dados de captura por período são somados em um único mês. Já para as amostras realizadas por meio dos Fotoelectores de Solo (26, 11, 254 - Figura 8a) é possível observar um

ligeiro aumento na atividade durante os últimos períodos de amostragem, os quais precedem a inundação da floresta (Figura 8b).

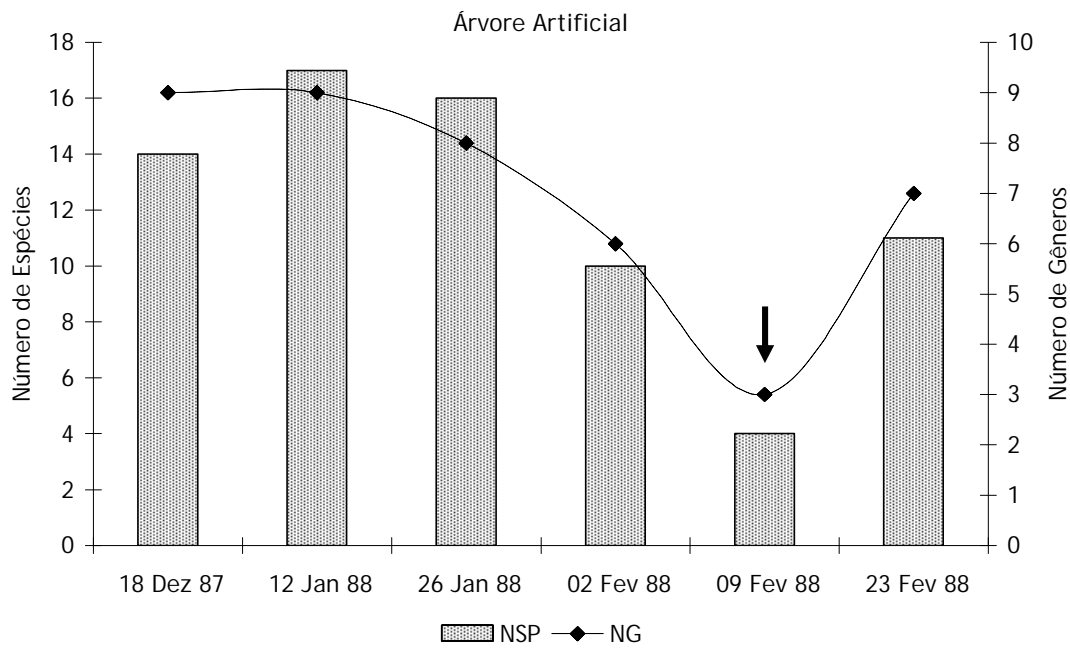


a

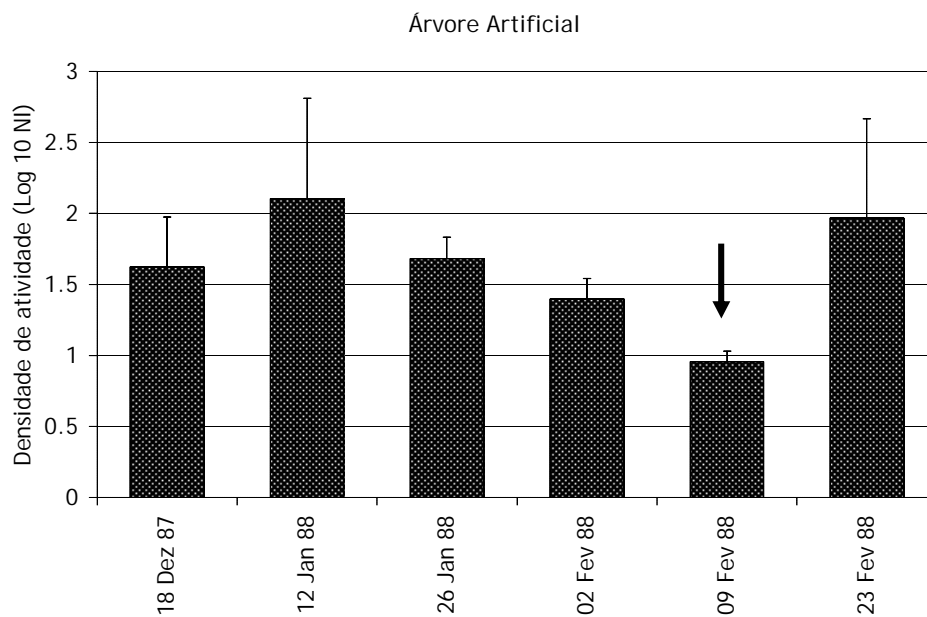


b

Figura 6. Número de espécies (NSP) e gêneros (NG) capturados através de um fotoelector de árvore instalado em *Pseudobombax munguba* (a) e densidade de atividade (Log 10 NI) de formigas migrando para cima (b) (Início da cheia indicado pela seta).

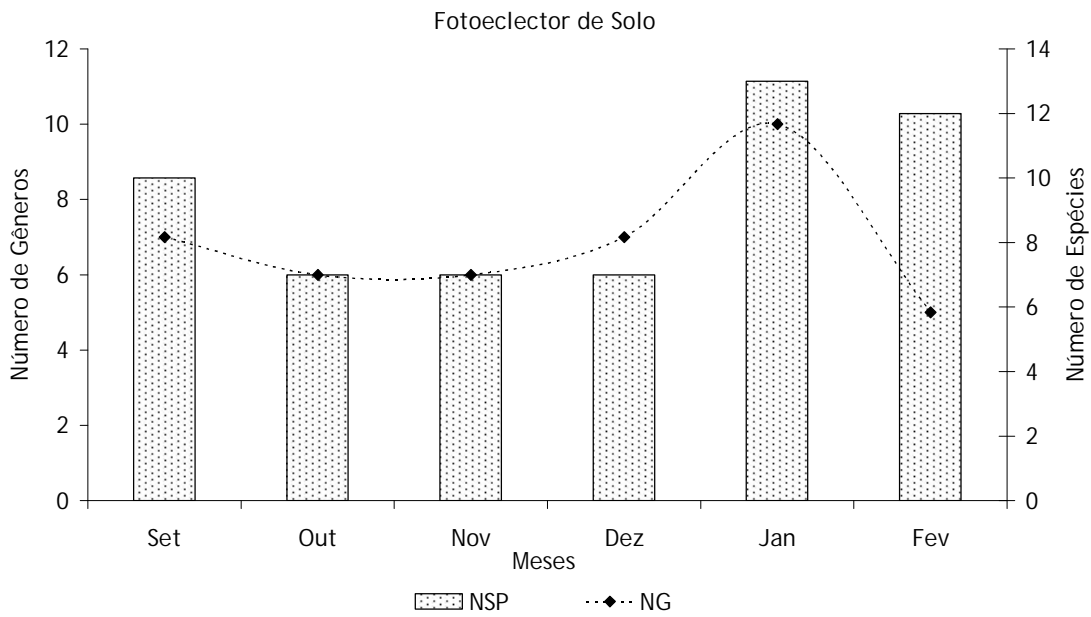


a

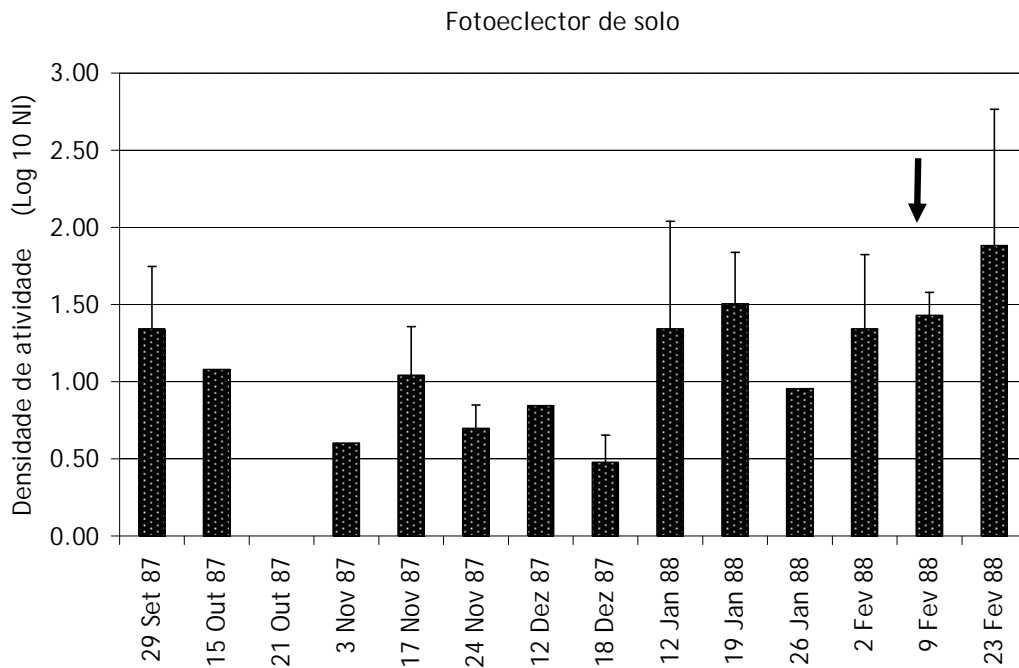


b

Figura 7. Número de espécies (NSP) e gêneros (NG) capturados através de um fotoecltor de árvore instalado em uma árvore artificial - KB (a) e densidade de atividade (Log 10 NI) de formigas migrando para cima (b) (Início da cheia indicado pela seta).



a

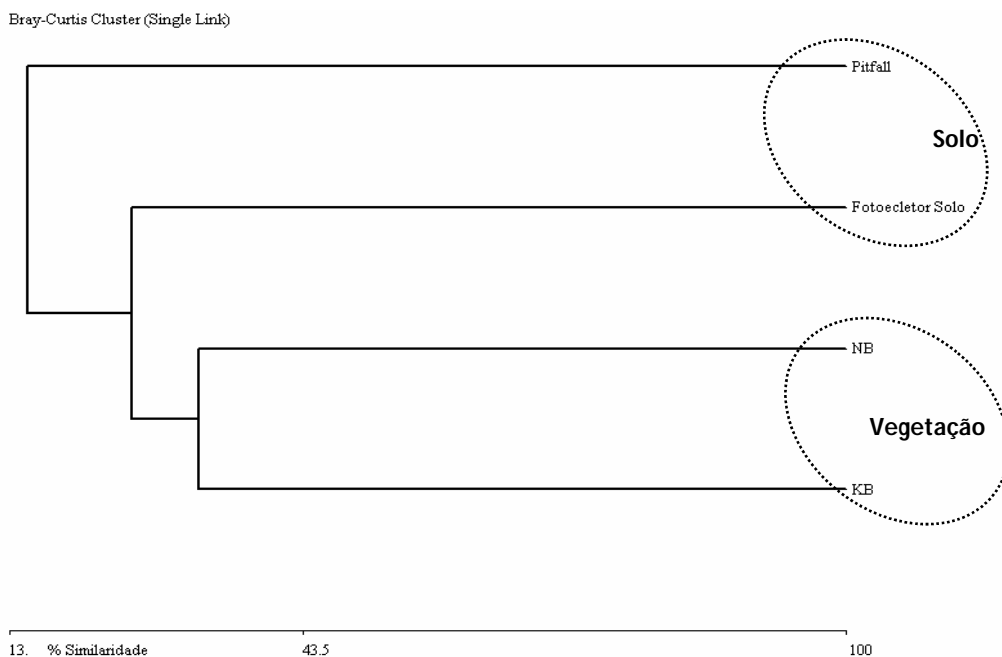


b

Figura 8. Número de espécies (NSP) e gêneros (NG) de formigas (a) capturadas através de fotoeletror de solo dispostos em uma floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, e densidade de atividade de formigas durante o período de amostragem (b).

Estrutura da Comunidade

Uma comparação na similaridade de espécies de formigas amostradas em solo e vegetação realizada através do índice de Bray-Curtis revelou baixa similaridade quanto à composição da fauna sendo esta inferior à 40% (Figura 9).



Agrupamento	Distância	Similaridade	Métodos
3	67,36	32,63	KB + NB (FA)
2	74,34	25,65	FA + BPE (FT)
1	85,16	14,83	RKB + FT

Figura 9. Agrupamento das metodologias quanto a semelhança na composição da fauna de formigas, de acordo com a matriz de dissimilaridade de Bray- Curtis. KB - Árvore artificial, NB- *Pseudobombax munguba* , FA - Fotoecltores de árvores; BPE - Fotoecltor de Solo, FT - Fotoecltores; RKB - Pitfall Circular.

Da mesma forma, os padrões de abundância e dominância foram diferentes apenas de acordo com o método amostral, e considerando que apenas uma

armadilha pitfall circular ter sido instalada durante este estudo, a mesma apresentou os valores mais altos de dominância, de acordo com o índice de Berger-Parker (41, 42%), seguido pelo fotoeclor de árvores instalado em *Pseudobombax munguba* (34,82). Entretanto, as armadilhas em solo e vegetação não foram dominadas pelas mesmas espécies. As espécies mais coletadas no solo, através do pitfall circular foram *Pheidole scimitara*, *Pheidole* sp. 4 e *Pheidole* sp. 10, *Crematogaster* sp. 1 e *Paratrechina* sp. 3 (> 200 indivíduos por espécie, 74, 76 %). *Pheidole scimitara* representou, isoladamente 41, 52 % de todos os registros neste método. Na vegetação (fotoeclor de árvore instalado em *Pseudobombax munguba*), *Dolichoderus bispinosus* e *Pseudomyrmex* sp. 2 foram as duas espécies mais abundantes (ca. 26,32 %). Já na árvore artificial (KB), *Pheidole* sp. 5 e *Crematogaster* sp.1 (70,34 %) foram as duas espécies mais abundantes. Novamente no solo, nas coletas realizadas apenas através dos fotoeclor, os valores de abundância foram baixos (< 60 indivíduos por espécie), e as espécies mais coletadas foram *Pheidole* sp. 9 e *Paratrechina* sp. 3.

O rank de abundância das espécies apresentou se bem descrito pela série logarítmica, e um teste de confiança (Chi-quadrado) revelou que não existem diferenças entre os valores de abundância esperados e observados (tanto para as formigas de solo quanto para as de vegetação). Porém, os resultados de abundância obtidos, foram diferentes entre fotoeclor de árvores e solo apenas quando comparados com o pitfall circular ($p < 0,001$) (Figura 10).

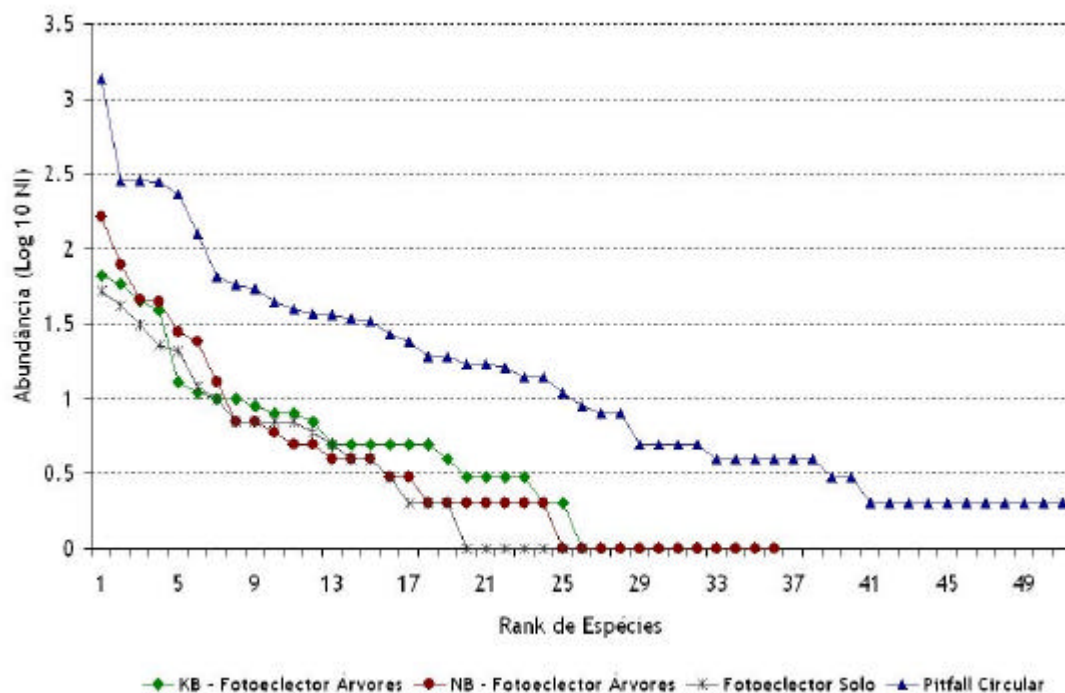


Figura 10. Curvas de dominância - diversidade de formigas amostradas em uma área de floresta de várzea, situada no Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, através de 3 metodologias distintas. KB - Árvore artificial, NB - *Pseudobombax munguba*.

Padrões de Diversidade

Uma fauna de formigas diversificada foi observada no Lago Central apesar do baixo esforço amostral. Um resumo dos resultados encontrados através de índices e dos protocolos de extrapolação pode ser observado na Tabela 2. O número de espécies variou entre 26 a 68. Os maiores valores de diversidade foram obtidos para a fauna de formigas de solo (pitfall) e em *Pseudobombax munguba*, apresentando resultados superiores em comparação com as demais coletas empregadas.

Tabela 2. Resultados das análises de diversidade e estimativas de riqueza através de extrapolação, calculadas para a comunidade de formigas da floresta de várzea do Lago Central, Ilha da Marchantaria, AM.

MÉTODO	Fotoeclectores de Árvores		Fotoeclectores de Solo	Pitfall Circular
	NB*	KB**		
Substrato	Vegetação		Solo	
Índices				
Série Logarítmica ($X^2_{/gl/p}$)	6,97 _{6/0,32}	5,40 _{4/0,24}	2,84 _{5/0,72}	12,74 _{6/0,04}
Alfa	9,74	9,07	7,25	12,39
Shannon (H' Max)	1,54	1,55	1,41	1,83
Hill H1	74,58	40,68	60,18	44,09
Simpson (1/D)	9,92	5,76	9,58	4,92
Berger-Parker (1/D)	5,21	2,87	4,88	2,41
Estimadores de Riqueza				
Número de Amostras	4	3	6	5
Espécies Observadas	36 ± 3,84	34 ± 3,51	26 ± 1,3	68 ± 4,02
"Singletons"	12	9	5	17
"Doubletons"	7	2	5	11
Chao 2	57,23 ± 15,1	45,39 ± 8,33	32,13 ± 7,1	89,49 ± 12,69
Jackknife	51 ± 6,36	45,33 ± 4,67	33,5 ± 3,1	88 ± 7,9
Bootstrap	42,84 ± 4,76	39,44 ± 4,06	29,57 ± 1,61	77,31 ± 4,97
M. Menten Mean	59,13	57,66	37,87	88,29

* *Pseudobombax munguba* ** Árvore artificial

Os resultados apresentados pelos índices de Hill, Simpson e Berger-Parker (1/D) refletem a interferência da presença de espécies comuns, sobre o número

total de espécies observadas e da distribuição de abundância destas. Isto é, espécies como *Pheidole scimitara* mesmo tendo sido extremamente abundante nas coletas com Pitfall não exerceu tanta influência no resultado dos índices quando comparada com *Pheidole* sp.5, presente em *Pseudobombax munguba*. O índice de Hill, por exemplo, considera a presença de espécies raras em função da abundância média das demais espécies (Hill, 1973), e seu resultado foi elevado principalmente em *Pseudobombax munguba*.

Com relação ao inventário total, as curvas de acumulação de espécies em função do acréscimo de indivíduos não apresentam uma tendência à estabilização (Figura 11), indicando que novas espécies deverão ser acrescentadas com o aumento do esforço amostral tanto nas coletas de solo quanto nas de vegetação. Este resultado é corroborado com base nos valores obtidos através das estimativas de extrapolação, as quais estimaram com base no esforço amostral obtido, cerca de mais de 20 espécies além das observadas para cada método empregado (Tabela 2). O mesmo resultado foi obtido quando todas as metodologias são agrupadas.

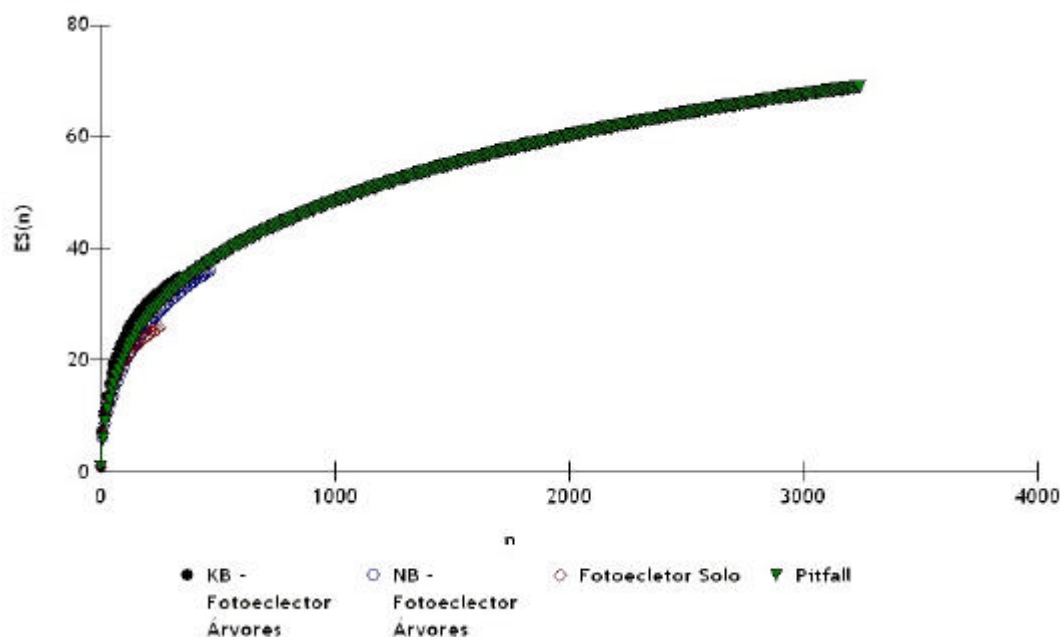


Figura 11. Curvas de acumulação de espécies em função do número de indivíduos capturados por método de coleta empregado em uma floresta de várzea situada no Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM.

DISCUSSÃO

De acordo com Adis (1984 e 1997) as migrações verticais podem ocorrer devido ao clima e devido ao pulso de inundação. Durante a fase terrestre em áreas de várzea, alguns grupos, entre eles Formicidae, saem dos troncos e copas em direção ao solo para nutrição (e.g. grupos que forrageiam primariamente em árvores e que foram capturadas em armadilhas de solo como *Pseudomyrmex*). Este mesmo padrão migratório é observado em áreas de terra firme durante a época menos chuvosa (Adis & Schubart, 1984). Nestas áreas, durante a estação menos chuvosa a taxa de captura de invertebrados e de formigas é maior, principalmente na superfície do solo (e.g. Adis & Mahnert, 1990, Harada & Bandeira, 1994;

Ketelhut, 1999). Já na floresta de várzea, os padrões de atividade das formigas podem estar relacionados com ambos os fatores, visto que a intercalação entre períodos climáticos (menos chuva/mais chuva) coincide parcialmente com o intervalo hidrológico (vazante/cheia). Períodos chuvosos coincidem com a vazante e períodos com menos chuva, onde a atividade de formigas no chão seria mais intensa, ocorrem no pico da cheia nas áreas inundáveis. Desta forma não haveria condição “ótima” para forrageio nestas áreas, mas sim períodos climáticos intermediários. Estas fases intermediárias (situadas nos meses que precedem a inundação) seriam caracterizadas por uma intensa atividade de formigas se deslocando para áreas mais altas na ilha ou para a vegetação.

Neste estudo as espécies que apresentaram maior movimentação no período precedente à cheia foram *Pheidole scimitara*, *Pheidole* sp. 9 e sp. 10 e *Paratrechina* sp. 3 e sp. 4. O período de maior captura destas espécies (representado pela maior densidade de atividade) coincide com a época chuvosa e o início da fase cheia. Não é possível isolar qual ecofator foi de fato responsável pelo desencadeamento da atividade, o qual resultaria num aumento na captura de indivíduos durante os meses de janeiro e fevereiro de 1988 tanto nas coletas de solo quanto nas de árvores. Ainda durante estes meses, os fotoelectores de árvores registraram altos índices de captura de espécies que normalmente ocorrem em árvores, como é o caso dos gêneros *Dolichoderus*, *Pseudomyrmex* e *Crematogaster*. Eventualmente estas formigas podem ser vistas sob o chão, forrageando em busca de alimento ou ainda de material para construção dos ninhos (e.g. *Dolichoderus bispinosus*), porém sua susceptibilidade aos fatores climáticos e

hidrológicos que ocorrem na área seria menor do que naquelas espécies de formigas que preferencialmente nidificam e forrageiam no chão.

A análise da composição da fauna de formigas revelou que nesta área sujeita a inundação, a presença de gêneros e espécies cujos hábitos são caracterizados por estratégias diversificadas (e.g. forragear sobre o solo ou vegetação, consumo de itens alimentares diversificados), é predominante.

A captura dos principais grupos de formigas observados neste trabalho possui apresentou resultados tendenciosos advindos do método, justificando a necessidade de metodologias variadas. Tais resultados podem mascarar a importância de determinados grupos nas áreas de várzea. Um exemplo é que a captura de grupos funcionais diferenciados foi maior no solo do que na vegetação. As árvores também capturaram uma boa parte dos grupos funcionais encontrados, entretanto em menor número de indivíduos. Assim, a complementaridade entre metodologias de solo e vegetação durante estudos ecológicos em áreas de sujeitas à alagamento, amplia a possibilidade de inclusão de gêneros restritos a um ambiente ou outro em determinadas fases do ano.

A estrutura da comunidade neste sítio de floresta de várzea, apesar das limitações amostrais, apresentou resultados de diversidade superiores a áreas de várzea em outras regiões da Amazônia. Majer & Delabie (1994) empregaram 6 metodologias diferentes em um inventário realizado em uma floresta de várzea do Rio Trombetas e capturaram 55 espécies de formigas. Wilson (1987) encontrou 44 espécies de formigas em coletas realizadas através de nebulização em copa de árvores em uma área de várzea na Amazônia Peruana. Quando comparados com dados de áreas alagáveis de outras regiões, os resultados quanto à diversidade de

espécies são ainda superiores. Milford (1999) coletando através de iscas e pitfall-traps encontrou apenas 20 espécies em uma área sujeita a inundação situada ao longo do Rio Grande (Novo México, EUA), e verificou também que a densidade de algumas espécies variava entre sítios alagados e não alagados. Ela também observou que *Crematogaster mormonum* e *Tapinoma sessile* foram dominantes nos sítios alagados, enquanto que *Lasius pallitarsis* foi dominante nas áreas não alagáveis. Segundo a autora, a habilidade de nidificar em árvores exibida por *C. mormonum* e a rapidez com que *T. sessile* coloniza áreas, permite com que estas espécies colonizem áreas perturbadas pela inundação. Um paralelo entre este tipo de comportamento pode ser traçado neste estudo, para *Pheidole scimitara* e *Paratrechina* spp., as quais durante a fase não inundada nidificam e exploram ambientes no solo, mas que com o início da inundação, movem-se rapidamente para as árvores.

A baixa ocorrência de *Solenopsis* na área estudada pode ser explicada de duas formas: 1) a floresta de várzea do Lago Central localizar-se, ao contrário da floresta de várzea do Lago do Camaleão, em um ponto mais isolado na ilha, sujeito a pouca intervenção humana, e 2) ausência de correnteza na área durante a fase de cheia, a qual normalmente carrega bancos de gramíneas flutuantes de outras áreas da ilha ou de fora dela para próximo da floresta. Grande parte das colônias de formigas deste gênero ocorre em áreas abertas durante a fase não-inundada, as quais durante a cheia são preenchidas por capins flutuantes ou bancos de macrófitas. O vento e a corrente nos canais acaba “descolando” estas áreas de capins e levando para outros locais na Ilha, geralmente em direção ao curso fluvial principal (Rio Solimões).

É possível que os sucessivos eventos de inundação local não atuem em curto prazo regulando a diversidade da comunidade através de interferências altas ou moderadas, uma vez que a distribuição das espécies nesta área depende principalmente do tipo de estratégia empregada pelas formigas (nidificação ou forrageio). Assim, um dos efeitos que o pulso de inundação pode ter causado nas áreas de floresta na Ilha de Marchantaria seria a “estabilidade” local da comunidade de formigas, tanto quanto ao número de espécies quanto a composição da mirmecofauna.

Tabela 3. Gêneros e espécies (morfotipos) de formigas capturadas na floresta de várzea do Lago Central, Ilha de Marchantaria, AM, Brasil através de três metodologias.

Espécie.	Fotoecltores de árvores		Fotoecltor Solo	Pitfall	TOTAL
	Árvore artificial	<i>P. munguba</i>			
<i>Azteca</i> sp.1	13		7	19	39
<i>Azteca</i> sp.2	5	6		9	20
<i>Azteca</i> sp. 3	8	2	2	5	17
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1				2	2
<i>Camponotus</i> sp. 1				3	3
<i>Camponotus</i> sp.10	1			2	3
<i>Camponotus</i> sp. 2	1	3	1	1	6
<i>Camponotus</i> sp.3	9	13		2	24
<i>Camponotus</i> sp. 4				2	2
<i>Camponotus</i> sp. 5				4	4
<i>Camponotus</i> sp. 6			6	1	7
<i>Camponotus</i> sp. 8	1	1	1		3
<i>Cephalotes</i> sp. 1	3			14	17
<i>Cephalotes</i> sp. 3	1			4	5
<i>Cephalotes</i> sp. 4	2			1	3
<i>Cephalotes</i> sp. 5	1				1
<i>Cephalotes atratus</i>				2	2
<i>Crematogaster</i> sp. 1	5	78	2	234	319
<i>Crematogaster</i> cf. <i>limata</i>	45	24		34	103
<i>Crematogaster</i> sp. 3	8		1	17	26
<i>Crematogaster</i> sp. 4			1	11	12
<i>Crematogaster</i> sp. 5		4		2	6
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1		1		17	18

Espécie.	Fotoecltores de árvores		Fotoecltor Solo	Pitfall	TOTAL
	Árvore artificial	<i>P. munguba</i>			
<i>Dolichoderus lamellosus</i>				5	5
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	66	44	7	127	244
<i>Dolichoderus</i> sp. 2	2	7	2	65	76
<i>Dolichoderus</i> sp. 3	11	2		1	14
<i>Dolichoderus</i> sp. 4		2		40	42
<i>Dolichoderus</i> sp. 5		1		8	9
<i>Dolichoderus</i> sp. 6	1				1
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1				3	3
<i>Hylomyrma transversa</i>	1		5	16	22
<i>Leptothorax</i> sp. 1				2	2
<i>Leptothorax</i> sp. 2				1	1
<i>Odontomachus brunneus</i>		2		36	38
<i>Pachycondyla</i> sp. 3	3	1		4	8
<i>Pachycondyla</i> sp. 4				2	2
<i>Pachycondyla</i> sp. 5				1	1
<i>Pachycondyla apicalis</i>				5	5
<i>Paratrechina</i> sp. 1		1		1	2
<i>Paratrechina</i> sp. 2	1	4	7	44	56
<i>Paratrechina</i> sp. 3	5	46	42	285	378
<i>Paratrechina</i> sp. 4			21		21
<i>Pheidole scimitara</i>	3		10	1346	1359
<i>Pheidole</i> sp. 10	39		31	279	349
<i>Pheidole</i> sp. 2		1	12	1	14
<i>Pheidole</i> sp. 4				285	285
<i>Pheidole</i> sp. 5	10	164	1	1	176

Espécie.	Fotoecltores de árvores		Fotoecltor Solo	Pitfall	TOTAL
	Árvore artificial	<i>P. munguba</i>			
<i>Pheidole</i> sp. 6				1	1
<i>Pheidole</i> sp. 8			4		4
<i>Pheidole</i> sp. 9	5	28	52	27	112
<i>Platythyrea</i> sp. 1	4		23	54	81
<i>Platythyrea</i> sp. 3		1		1	2
<i>Procryptocerus pictipus</i>				1	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1		5		2	7
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 11			3	1	4
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	58	7		33	98
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	10	2		1	13
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 4	1	4		24	29
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 6		1			1
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 7		2		4	6
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 8	5	3			8
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 9				2	2
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>		1		8	9
<i>Pseudomyrmex viduus</i>				37	37
<i>Solenopsis</i> (Diplorh.) sp. 1		1	4	5	10
<i>Solenopsis geminata</i>				19	19
<i>Solenopsis saevissima</i>			1	57	58
<i>Tapinoma</i> sp. 1	5	2	1	14	22
<i>Tapinoma</i> sp. 3		1		4	5
<i>Tapinoma</i> sp. 4	7	5			12
<i>Tapinoma</i> sp. 5				1	1
<i>Tapinoma</i> sp. 6	3			2	5
<i>Tapinoma melanocephalum</i>				1	1

Espécie.	Fotoecltores de árvores		Fotoecltor Solo	Pitfall	TOTAL
	Árvore artificial	<i>P. munguba</i>			
<i>Wasmannia auropunctata</i>		1			1
<i>Xenomyrmex</i> sp. 1				4	4
N.ident	1		7	1	9
Total	344	471	254	3249	4318

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As comunidades são usualmente definidas por associações funcionais, espaciais ou taxonômicas ou ainda por interações dinâmicas dentro de cadeias alimentares (Schluter & Ricklefs, 1993; MacArthur, 1972). Quando avaliamos a “estrutura” de uma comunidade, partimos do princípio de que é possível elucidar, com base na abundância relativa das espécies, a influência dos fatores bióticos e abióticos que organizam estas comunidades (Oliveira, 1996). Avaliar as comunidades através da discriminação de suas populações em termos de biomassa, área basal, abundância e número de espécies, é um dos primeiros passos, por exemplo, para conservação e monitoramento ambiental (Coddington *et al.* 1996, Rosenzweig 1995). Através do número de espécies e da abundância, ou da densidade de atividade (Schaefer & Tischler, 1983) é possível detectar quais são as tendências de variação dentro de uma comunidade e entre comunidades de diferentes locais. Assim, a riqueza de espécies tem sido a forma de avaliação mais amplamente utilizada, por causa de sua simplicidade na aquisição e análise de dados (Lande, 1996).

Em linhas gerais, nas áreas estudadas na Ilha de Marchantaria, AM, um subtotal de 109 espécies de formigas em 28 gêneros e 5 subfamílias foi encontrado. Porém, este número pode ser maior, visto que dentro deste subtotal foram excluídas as espécies provenientes da amostragem de nebulização de copas (87 espécies). Isto ocorreu porque a maioria dos gêneros ricos em espécies não recebeu a mesma

codificação (e.g. *Pheidole*, *Solenopsis*, *Crematogaster*, entre outros), e ainda está em fase de identificação/revisão por especialistas.

Ainda que as coletas não tenham sido feitas em sua totalidade através da utilização dos mesmos métodos com o mesmo esforço amostral, o número de espécies e a composição da fauna de formigas encontradas quando comparadas foi diferente entre florestas e áreas abertas, tanto com canarana como com plantios (Hipótese C). Estudos mais detalhados, através de iscas e transectos lineares com pitfall-traps podem fornecer mais informações e ainda esclarecer se existem hierarquias de dominância entre as formigas mais abundantes observadas neste estudo. Os ambientes foram diferenciados de acordo com a ordem decrescente de diversidade em: Floresta de várzea, *Urena lobata* (Malva), *Corchorus capsularis* (juta) e *Echinochloa polystachia* (canarana), com uma diferença numérica em torno de 20 espécies (Hipótese D).

A floresta de várzea do Lago Central apresentou um número superior (Capítulo 7.3) de espécies (77) em comparação com a floresta de várzea do Lago do Camaleão (Capítulo 7.1, 55 espécies). Tal resultado era esperado, mesmo que na floresta do Lago Central o baixo esforço de captura realizado por Höfer implicasse em uma diversidade de espécies menor, já que floresta do Lago do Camaleão é mais recente e tem sofrido maior interferência antrópica ao longo dos anos. É possível que a diversidade de espécies no lago do Camaleão também não se estabilize em função das interferências constantes sofridas na área.

Nas coletas realizadas durante 1981 e 1982, na região do Lago do Camaleão, tanto a riqueza quanto a composição da fauna de formigas de solo (amostradas pelos métodos Kempson, Pitfall e Fotoelector de solo) não mostraram sofrer influências

nem da precipitação nem da inundação (Hipótese A) permanecendo constante ao longo do tempo.

Foi possível verificar apenas um ligeiro aumento na atividade das formigas, expressa pela abundância em armadilhas nos métodos de amostragem de solo entre os meses que precedem a inundação (janeiro e fevereiro) (Hipótese B, em parte). Este resultado está de acordo com os encontrados por Adis (1981; 1997) em áreas de várzea. Morais (1985) também observou que a abundância de Formicidae no solo é maior durante a estação chuvosa em áreas de igapó, a qual coincide com a fase não inundada. As maiores densidades de formigas observadas nos meses de janeiro/fevereiro (estação chuvosa, início da fase cheia), pode ter sido ocasionada pelo aumento na umidade do ar (causada pela chuva) e do solo (início da subida do nível do rio). Assim, estes podem ser os principais ecofatores responsáveis pelo início da migração das formigas para as árvores e áreas mais altas da Ilha de Marchantaria.

Outra forma de avaliar a organização de uma comunidade, empregada neste estudo, foi compartimentar as espécies dentro de unidades ecológicas menores, como através de "guildas" ou grupos funcionais. Os gêneros encontrados neste trabalho agrupados em categorias alimentares, de nidificação e até mesmo quanto a grupos funcionais, apresentaram resultados semelhantes aos encontrados por Majer & Delabie (1994) em uma área de várzea na Amazônia. Os autores relatam um aumento no número de formigas com hábitos de nidificação arbóreos em áreas de várzea, quando comparados com áreas de terra firme, com um decréscimo de espécies que habitam o solo e a liteira. Da mesma forma, maior parte das formigas neste estudo é onívora, generalista, e pertencente à subfamília Myrmicinae. Já as amostras realizadas nas

árvores revelaram que maior parte das formigas nestes ambientes são arborícolas, porém podem forragear esporadicamente no chão. Assim, as comunidades de formigas nas áreas de várzea podem ser tipicamente caracterizadas por aqueles gêneros e espécies que apresentem uma combinação destes comportamentos.

Os padrões de dominância de espécies variaram em função do ambiente tendo destaque espécies pertencentes aos gêneros *Pheidole*, *Solenopsis*, *Paratrechina*, *Crematogaster* e *Dolichoderus*. Estudos que correlacionem a presença das espécies dominantes em áreas inundáveis em função de algum recurso essencial (oferta de alimento, ou sítios de nidificação artificiais, por exemplo) podem elucidar algumas questões que permaneceram em aberto, como qual fator seria limitante para a permanência destes grupos específicos (e.g. formigas de hábito críptico, como *Strumigenys* entre outras) em áreas inundáveis.

As variações estruturais e climáticas encontradas em áreas de borda florestal são responsáveis pela presença de uma fauna de formigas tão diversa como a encontrada no interior das florestas (Theobald & Horstmann, 1990; Fowler *et al.*, 1993; Carvalho 1998) e ambientes mais simplificados, como determinados cultivos agrícolas e pastagens, também favorecem a ocupação por espécies que respondam a suas características. As áreas de várzea têm sido submetidas a uma série de perturbações nos últimos anos de forma indiscriminada, causando um decréscimo na abundância e diversidade de artrópodes (Adis & Ribeiro, 1989). A invasão de formigas do gênero *Solenopsis* em regiões ribeirinhas do Acre e Rondônia é um exemplo destas condições que acaba ocasionando a simplificação temporária da fauna de formigas nestes locais (Fowler *et al.*, 1992). Se as amplitudes ecológicas das espécies de

formigas existentes na mata forem pequenas, a fauna de formigas nativa pode ser substituída em curtos intervalos de tempo por espécies exóticas (Fowler *et al.*, 1992, 1994, 1997) ou dominantes. *Solenopsis* (cf.) *geminata* tem sido observada com frequência nestas áreas, chegando a ter status de "pragas". Entretanto, durante um estudo de campo realizado em 2001, pude observar que em determinadas áreas da ilha, estas espécies ocorriam em baixa densidade, principalmente nas áreas onde a cobertura vegetal era mais densa. Outro fator que pode ser limitante para a ocorrência desta espécie é a presença de formigas do gênero *Paratrechina* na área. Em observações realizadas nos cordões de gramíneas, estas espécies não ocorrem simultaneamente (Ketelhut, *n. publ.*). Este fato foi observado também pela comunidade de ribeirinhos, os quais me relatavam que de tempos em tempos as formigas de fogo (*Solenopsis*) são expulsas pela "formiga doida" (*Paratrechina*).

Para estudos futuros nestas áreas é importante a utilização de escalas espaciais contínuas no estudo de formigas e outros insetos, pois a maioria deles é alada e sempre tem alto poder de resposta quanto à distribuição dos recursos necessários para sua sobrevivência. Desta forma, métodos que sejam capazes de acompanhar as variações da comunidade ao longo do tempo, considerando também a variação na distribuição espacial dos mesmos podem fornecer uma resposta mais precisa sobre os fatores que interferem na ocorrência e permanência de espécies de formigas em áreas alagáveis.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adis, J. - 1979: Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zool. Anz.* 202(3/4): 177-184.
- Adis, J. - 1981: Comparative ecological studies of the terrestrial arthropod fauna in Central Amazonian inundation forests. *Amazoniana* 7(2): 87-173.
- Adis, J. - 1982: Eco-Entomological observations from the Amazon: III. How do leafcutting ants of inundation forests survive flooding? - *Acta Amazonica* 12(4): 839-840.
- Adis, J. - 1984: 'Seasonal igapó'-forests of Central Amazonian blackwater rivers and their terrestrial arthropod fauna. - In: Sioli, H. (ed.): *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*: 245-268. Monographiae Biologicae, Junk Publ., Dordrecht, The Netherlands, 763 pp.
- Adis, J. - 1987: Extraction of arthropods from Neotropical soils with a modified Kempson apparatus. *Journal of Tropical Ecology* 3: 131-138.
- Adis, J. - 1988: On the abundance and density of terrestrial arthropods in Central Amazonian dryland forests. *Journal of Tropical Ecology* 4: 19-24.
- Adis, J. - 1992: How to survive six months in a flooded soil: Strategies in Chilopoda and Symphyla from Central Amazonian floodplains. In: Adis, J. & Tanaka, S. (eds.). Symposium on life-history traits in tropical invertebrates. INTECOL, Yokohama, Japan. - *Studies Neotrop. Fauna & Environm.* 27 (2-3): 117-129.
- Adis, J. - 1997: Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns. In: Junk, W. J. (ed) 1997. *The Central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system*. Ecological studies 136, Springer, Berlin. Pp. 299-320.
- Adis, J. - 2000a: Invertebrados terrestres da Amazônia Central: o clima exerce influência sobre a biodiversidade? *Estudos Avançados - Série Ciências Ambientais* 21: 44-51.

- Adis, J. - 2000b: Terrestrial Arthropods in Soils from Inundation Forests and Deforested Floodplains of White Water Rivers in Central Amazonia, Brazil.- In: Junk, W.J., Ohly, J.J., Piedade, M.T.F. & Soares, M.G.M. (eds.): *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Backhuys Publishers b.V., Leiden, 463-476 pp.
- Adis, J. - 2001: Amazonian terrestrial arthropods. - In: Levin, S.A. (ed.): *Encyclopedia of Biodiversity* Vol. 1, Academic Press, San Diego, pp. 249-260.
- Adis, J. - 2002: Recommended sampling techniques. In: Adis, J. (ed.) - 2002: *Amazonian Arachnida and Myriapoda.- Identification keys to all classes, orders, families, some genera, and lists of known terrestrial species*. Pensoft Publ., Sofia, 590 pp.
- Adis, J. & Scheller, U. - 1984: On the natural history and ecology of *Hanseniella arborea* Scheller (Myriapoda, Symphyla, Scutigeraellidae), a migrating symphylan from an Amazonian black-water inundation forest. *Pedobiologia* 27(1): 35-41.
- Adis, J. & Schubart, H.O.R. - 1984: Ecological research on arthropods in Central Amazonian forest ecosystems with recommendations for study procedures. - In: Cooley, J.H. & Golley, F.B. (eds.): *Trends in ecological research for the 1980s*: 111-144. NATO Conference Series, Series I: Ecology, Vol. 7, Plenum Press, New York, London, 344 pp.
- Adis, J. & Mahnert, V. - 1985: On the natural history and ecology of Pseudoscorpiones (Arachnida) from an Amazonian blackwater inundation forest. *Amazoniana* 9(3): 297-314.
- Adis, J. & Arnett, R.H. Jr. - 1987: Eco-entomological observations from the Amazon: VI. Notes on the natural history and flood resistance of *Sisenopiras gounellei* Pic (Coleoptera: Oedemeridae). *Coleopterists Bulletin* 41(2): 171-172.

- Adis, J. & Sturm, H. - 1987: On the natural history and ecology of Meinertellidae (Archaeognata, Insecta) from dryland and inundation forests of Central Amazonia. *Amazoniana* 10: 197-218.
- Adis, J. & Ribeiro, M. O. A. - 1989: Impacto de desmatamento em invertebrados de solo de florestas inundáveis na Amazônia central e suas estratégias de sobrevivência às inundações de longo prazo. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, ser. Zool. 5(1): 101-121.
- Adis, J. & Righi, G. - 1989: Mass migration and life cycle adaptation - a survival strategy of terrestrial earthworms in Central Amazonian inundation forests. *Amazoniana* 11(1): 23-30.
- Adis, J. & Mahnert, V. - 1990: Vertical distribution and abundance of Pseudoscorpiones (Arachnida) in the soil of a Neotropical secondary forest during the dry season and rainy season. - *Acta Zoologica Fennica* 190: 11-16
- Adis, J. & Latif, M. - 1996: Amazonian arthropods respond to El Niño. *Biotropica* 28(3): 403-408.
- Adis, J. & Messner, B. - 1997: Adaptations to life under water: Tiger beetles and millipedes. - In: Junk, W.J. (ed.): *The Central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies 126, Springer, Heidelberg, Germany, 525 pp.
- Adis, J., Pagés, J. - 2000: *Parajapyx* (P.) *adisi* n. sp., the first Diplura - Parajapygidae of inundation forests in Central Amazonia. *Amazoniana* 16(1-2): 213-222.
- Adis, J. & Junk, W.J. - 2002: Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review- *Freshwater Biology* 47: 711-731.
- Adis, J., Lubin, Y.D. & Montgomery, G.G. - 1984: Arthropods from the canopy of inundated and terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum-fogging technique. *Studies Neotrop. Fauna & Environm.* 19(4): 223-236.

- Adis, J., Paarmann, W. & Erwin, T.L. - 1986: On the natural history and ecology of small terrestrial ground-beetles (Col.: Bembidiini: Tachyina: *Polyderis*) from an Amazonian black-water inundation forest. In: den Boer, P.J., Luff, M.L., Mossakowski, D. & Weber, F. (eds.): *Carabid beetles. Their adaptations and dynamics*. 413- 427. G. Fischer, Stuttgart, New York, 551 pp.
- Adis, J., Golovatch, S. & Hamann, S. - 1993a: Survival-strategy of the terricolous millipede *Cutervodesmus adisi* (Fuhrmannodesmidae, Polydesmida) in a blackwater inundation forest of Central Amazonia (Brazil) in response to the flood pulse.- *9th Int. Congr. Myriapodology* (26.-31.07.1993), Paris, France: 7.
- Adis, J., Morais, J.W. de & Scheller, U. - 1993b: On abundance, phenology and natural history of Symphyla from a mixed water inundation forest in Central Amazonia.- *9th Int. Congr. Myriapodology* (26-31.07.1993), Paris, France: 6.
- Adis, J., Paarmann,W., Fonseca, C.R. da & Rafael, J.A. - 1994: Knock-down efficiency of natural pyrethrum and survival rate of arthropods obtained during canopy fogging in Central Amazonia. - Abstracts VI Int. Congress of Ecology (21.-26.08.1994), Manchester, England
- Adis, J., Paarmann, W., Fonseca, C. R. V., Rafael, J. A. - 1997: Knockdown efficiency of natural pyrethrum and survival rate of living arthropods obtained by canopy fogging in Central Amazonia. In: Stork, N. E., Adis, J., Didham, R. R. (eds.). *Canopy arthropods*. 76-84. Chapman & Hall, Londres. 567 pp.
- Adis, J.; Parmaan, W.; Amorim, M. A.; Arndt, E. & Fonseca, C. R. V. - 1998: On occurrence, habitat specificity and natural history of adult tiger beetles (Coleoptera: Carabidae: Cicindelinae) near Manaus, Central Amazonia, and key to the larvae of tiger beetle genera. *Acta Amazonica* 28 (3): 247-272.
- Adis, J.; Ribeiro, E. F.; Morais, J. W & Cavalcante, E. T. S. - 1989: Vertical distribution and abundance of arthropods from white sand soil of a Neotropical Campinarana forest during the rainy season. *Studies Neotrop Fauna & Environm.* 24(4): 201-211.

- Agosti, D. - 2000: *Antbase.org / Social Insects World Wide Web*.
<http://www.antbase.org>
- Alonso, L. & Agosti, D. - 2000: The ALL Protocol: A Standard Protocol for the Collection of Ground-Dwelling Ants. Pp. 204-206. In: Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- Amorim, M.A., Adis, J. & Paarmann, W. - 1997a: Ecology and adaptations of the tiger beetle *Pentacomia egregia* (Chaudoir) (Cicindelinae: Carabidae) to Central Amazonian floodplains. - *Ecotropica* 3(2): 71-82.
- Amorim, M.A., Adis, J. & Paarmann, W. - 1997b: Life cycle adaptations of a diurnal tiger beetle (Coleoptera, Carabidae, Cicindelinae) to conditions on Central Amazonian floodplain.- In: Ulrich, H. (ed.): *Tropical Biodiversity and Systematics. Proceedings Int. Symp. on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems* (Bonn 2.-7.5.1994). Museum Koenig, Bonn, Germany, pp. 233-239.
- Andersen, A. N. - 1990: The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proc. Ecol. Soc. Aust.* 16, p. 347-357.
- Andersen, A. N. - 1991a: Responses to ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of Tropical Australia. *Biotropica* 23(4): 575-585.
- Andersen, A. N. - 1991b: Sampling communities of ground-foraging ants: pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Aust. J. Ecol.* 16(3): 273-279.
- Andersen, A. N. - 1997: Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* [on line] 1(1): 8.
- Andersen, A.N. - 1995: A classification of Australian ant communities based on functional groups which parallel plant life forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22: 15-29.

- Anderson, S.H., Shugart Jr, H.H. and Smith, T.M., - 1979: Vertical and temporal habitat utilization within a breeding bird community. In: Dickson, J.G., Conner, R.N., Fleet, R.R., Kroll, J.C. and Jackson, J.A., (eds.) -1979: *The Role of Insectivorous Birds in Forest Ecosystems* - Academic Press, New York, NY, USA, pp. 261-268.
- Ashton, P. - 1989: *Funding Priorities for Research towards effective sustainable management of biodiversity resources in Tropical Asia*. Report of a workshop sponsored by NSF and USAID held in Bangkok, Thailand, March 27-30, 1989. Unpublish. Rep.
- Ayres, J.M. - 1993: *As matas de Várzea do Mamirauá*. CNPq, Brasília. 123 pp.
- Bandeira, A. G. & Harada, A. Y. - 1998: Densidade e distribuição vertical de macro invertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 28(2): 191-204.
- Barber, H. - 1931: Traps for cave inhabiting insects. *J. Elisha Mitehell sci. Soc.* 46: 259-266.
- Beck, L. - 1969: Zum jahreszeitlichen Massenwechsel zweier Oribatidenarten (Acari) im neotropischen Überschwemmungswald. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gessellschaft* 535-540.
- Beck, L. - 1972: Der Einfluß der jahresperiodischen Überflutungen auf den Massenwechsel der Bodenerthropoden im zentral-amazonischen Regenwaldgebiet. *Pedobiologia* 12: 133-148.
- Bell, S.; McCoy, E. D. & Mushinsky, H. R. 1991 - *Habitat structure - the physical arrangement of objects in space*. Chapman & Hall, London.
- Benson, W. & Harada, A. Y. - 1988: Local diversity of tropical and temperate ant faunas - Hymenoptera: Formicidae. *Acta Amazonica* 18(3-4): 275-290.
- Black, G.A. - 1950: Notas sobre os tipos de vegetação de Oiapoque. *Arquivos da Sociedade de Agronomia e Veterinária*, Belém, 2 (4):15-24.

- Bolton, B. 1994 - *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Brown Jr., W. L. - 1978: Contributions toward a reclassification of the Formicinae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, Subtribe Odontomachiti. Section B. Genus Anochetus and bibliography. *Studia Entomologica* 20: 549-638.
- Brown, W. L. - 2000: Diversity of ants. In: D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz, (eds) *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington pp: 45-79.
- Campos, M. T. V. A.; Souza; A. D. de, Morsello, C.; Caro K. A. & Lomáscolo, T. - 1996: Influência do tempo de inundação em parâmetros morfométricos de duas espécies de Várzea. *IV Curso de Campo - Ecologia da Floresta Amazônica* INPA/Smithsonian Institution/Unicamp/OTS. 142-145.
- Carroll, C.R & Janzen, D. H. - 1973: Ecology of foraging ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 231-257.
- Carvalho, K. - 1998: *Efeito de borda sobre a comunidade de formigas da serrapilheira florestal na Amazônia central*. Manaus, Dissertação de mestrado, INPA, Univ. do Amazonas. 65 pg
- Chao, A. - 1987: Estimating population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783-791.
- Coddington, J. A.; Young, L. H. & Coyle, F. A. - 1996: Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *Journ. Arachn.* 24: 111-128.
- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. - 1994: Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond* 345: 101-118.
- Colwell, R. K. 1994 - 2000 - *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 6 0. Beta- User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Connell, J. H. - 1978: Diversity in tropical forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.

- Cornell, H. V & Lawton, J. H. - 1992: Species interaction, local and regional processes, and limits to richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journ. Anim. Ecol.* 61: 1-12.
- Connell, J. H & Lowman, M. D. - 1989: Low-diversity tropical rain forests: some possible mechanisms for their existence. *Am. Nat.* 134 (1): 88-119.
- Creighton, W. S. - 1957: A study of the genus *Xenomyrmex* (Hymenoptera, Formicidae). *American Museum Novitates* 1843:1-14.
- Cushman, J. H.; Martinsen, G. D. & Mazeroll, A. I. - 1988: Density and size-dependent spacing of ant nests: evidence for intraespecific competition. *Oecologia* 77: 522-525.
- Delabie, J. H. C. & Fowler, H. G. - 1995: Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia* 39 : 423-433
- Ehrlich, P. & Wilson, E. O. - 1991: Biodiversity studies: science and policy. *Science* 253: 758-762.
- Emery, C. - 1925 : Revision des espèces paléartiques du genre *Tapinoma* . *Revue Suisse Zoologique* 32:45-64.
- Erwin, T. L. - 1982: Tropical Forests: their richness in Coleoptera and other species. *Coleopterist Bulletin* 36: 74-75.
- Erwin, T. L. - 1983: Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brasil, sampled by insecticidal fogging. In: Sutton, S. L.; Whitome, T. C.; Chadwick, A. C., (ed). *Tropical rain forest; ecology and management*. Oxford, Blackwell Scientific. 498 pp.
- Erwin, T. L. - 1988: The tropical rainforest canopy: The heart of biotic diversity. In: Wilson, E. O. & Peter, F. M. (eds.). *Biodiversity*. National Acad. Press, Washington D.C., USA. 123-129 pp.
- Erwin, T. L. - 1989: Canopy arthropod biodiversity: a chronology of sampling techniques and results. *Rev. Per. Ent.* 32: 71-77.

- Erwin, T. L. - 1995: Measuring arthropod biodiversity in the tropical forest canopy. In: Lowman, M. D. & Nadkarni, N. M. 1995. *Forest Canopies*. Academic Press, Inc. 109-127 pp.
- Erwin, T.L. & Adis, J. - 1982: Amazonian inundation forests. Their role as short-term refuges and generators of species richness and taxon pulses. - In: Prance, G.T. (ed.): *Biological diversification in the tropics*. Proc. V. Int. Symp. Assoc. Trop. Biol. (Caracas 1979): 358-371. Columbia University Press, N. York, 714 pp.
- Ettershank, G. - 1966: A generic revision of the world Myrmicinae related to *Solenopsis* and *Pheidologeton* (Hymenoptera: Formicidae). *Aust. J. Zool.* 14:73-171.
- Fagundes, E. P. - 2003: *Efeitos de fatores do solo, altitude e inclinação do terreno sobre os invertebrados da serrapilheira, com ênfase em Formicidae (Insecta, Hymenoptera) da Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Manaus INPA/UFAM, 61pp.
- Fisher, A. R.; Gobert, A. S. & Williams, C. B. - 1943: The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an annual population. *Anim. Ecol.* 12: 42-58.
- Fittkau E.J. - 1964: Remarks on limnology of Central-Amazon rain forest streams. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 15:1092-1096.
- Fittkau, E. J. & Klinge, H. - 1973: On biomass and trophic structure of the Central Amazonia rain forest ecosystem. *Biotropica* 5: 2-14.
- Floren, A. & Linsenmair, K. E. - 1997: Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod groups on different tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia with special reference to Formicidae. In: Stork, N. E.; Adis, J. & Didham, R. K. (eds.), *Canopy arthropods*. Chapman & Hall, London, 344-381.

- Floren, A. & Linsenmair, K. E. - 2000: Do ant mosaics exist in pristine lowland rain forests? *Oecologia* 123: 129-137.
- Floren, A., Freking, A., Biehl, M., Linsenmair, K. E. - 2001: Anthropogenic disturbance changes the structure of arboreal tropical ant communities. *Ecography* 24: 547-554.
- Fonseca, C. R. - 1993: Nesting space limits colony size of the ant plant *Pseudomyrmex concolor*. *Oikos* 67: 437-482.
- Fonseca, C. R. - 1999: Amazonian ant-plant interactions and the nesting space limitation hypothesis. *Journal of Tropical Ecology* 15: 807-825.
- Foster, D. R.; Schoonmaker, P. K. & Pickett, S. T. A. - 1990: Insights from paleoecology to community ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 5(4): 119-122.
- Fowler, H. G. 1993: Relative representation of Pheidole (Hymenoptera: Formicidae) in local ground ant assemblages of the Americas. *Anales de Biología* 19(8): 29-37.
- Fowler, H. G. 1994 - Interference competition between ants (Hymenoptera: Formicidae) in Amazonian clearings. *Ecologia Austral* 4: 35-39.
- Fowler, H. G. - 1996: *Biodiversidade em assembléias de formigas neotropicais (Hymenoptera: Formicidae) efeitos de escala espacial, biogeografia e comportamentos específicos sobre a organização e estruturação das diversidades locais e regionais*. Rio Claro, Tese de Livre-Docência. Univ. Estadual Paulista. 213 pp.
- Fowler, H. G.; Pesquero, M. A. e Campiolo, S. 1992 - Espécies exóticas, pragas e controle biológico. *Ciência Hoje* 15(85): 18-23.
- Fowler, H. G.; Silva, C. A. & Venticinque, E. M. 1993 - Size, biomass and taxonomic composition of flying insects in Amazonian forest fragments. *Rev. Biol. Tropical* 41: 755-760.

- Fowler, H. G.; Moutinho, P. R. S.; Delabie, J. H. C. & Aguiar, A. M. D. 1997 - Ground ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) along stress gradients in neotropical habitats. *Naturalia* 22: 179-182.
- Franklin, E.N., Schubart, H.O.R. & Adis, J. - 1997: Ácaros (Acari: Oribatida) edáficos de duas florestas inundáveis da Amazônia Central: Distribuição vertical abundância e recolonização do solo após a inundação. *Rev. Bras. Bio.* 57(3): 501-520
- Franklin, E., Guimarães, R.L., Adis, J. & Schubart, H.O.R. - 2001: Resistência   submersão de ácaros terrestres (Acari: Oribatida) de florestas inund veis e terra firme na Amazônia Central em condi es experimentais de laborat rio.- *Acta Amazonica* 31(2):285-298.
- Funke, W. - 1971: Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. *Ecological studies* 2: 81-93.
- Funke, W. & Sammer, G. - 1980: Stammauflauf und Stammanflug von Gliederf ssern in Laubwäldern (Arthropoda). *Ent. Gen.* 6 (2-4):159-168.
- Funke, W. & Herlitus, H. - 1984: Zur Orientierung von Arthropoden der Bodenoberfläche nach Stammsilhouetten im Wald. *Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 37: 8-13.
- Furch, K. - 1976: Haupt-und Spurenmetallgehalte zentralamazonischer Gewsertypen.-*Biogeographica* 7: 27-43.
- Furch, K. - 1984: Water chemistry of the Amazon. The distribution of chemical elements among freshwaters.- In: Sioli, H. (ed.): The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.- Junk, Dordrecht: 167-199.
- Gauer, U. - 1995: *Zur Taxonomie und Ökologie der Collemboloz nosen der Schwarz-und Weisswasser- bersechwemmungswlder (Igapó und Várzea) in Zentralamazonien*. PhD Thesis, Univ of Kiel, Germany, 185 pp.

- Gilbert, L. E. 1980. Food web organization and the conservation of neotropical diversity. In: Soule, M. and Wilcox, B. (eds.) - *Conservation Biology*. Pp. 11-33. Sunderland, Sinauer.
- 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.
- Grime, J. P. - 1979: *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley, Chichester, England
- Harada, A. Y. & Bandeira, A. G. - 1994: Estratificação e densidade de invertebrados em solo arenoso sob floresta primária e plantios arbóreos na Amazônia Central durante a estação seca. *Acta Amazonica* 24 (1/2): 103-118.
- Harada, A. Y. & Adis, J. - 1997: The ant fauna of three canopies in Central Amazonia: a first assessment. In: Stork, N.E. Adis, J. & Didham. R.K. *Canopy arthropods*. Chapman & Hall, London. Pp: 383-400.
- Harada, A. Y. & Adis, J. - 1998: Ants obtained from trees of a "Jacareúba" (*Calophyllum brasiliense*) forest plantation in central Amazonia by canopy fogging: first results. *Acta Amazonica*. 28(3): 309-318.
- Harmon, M. E.; Franklin, J. F.; Swanson, F.J.; Sollins, P.; Gregory, S.V.; Lattin, J.D.; Anderson, N.H; Cline, S.P.; Aumen, N. G.; Sedell, J. R.; Lienkaemper, G. W.; Cromack Jr., K. & Cummins, K. W. - 1986: Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15:133-302.
- Hart. D.D. and R.J. Horwitz. 1991- Alternative models and tests of the interaction between habitat structure and species-area relationships. IN: S.S Bell, E.D. McCoy and H. Mushinsky (eds.) - *Habitats Structure: The Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman and Hall. 420 pp.
- Heltshel, J. & Forrester, N. E. 1983 - Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* 39: 1-11.
- Herbers, J. M. - 1991: The population biology of *Tapinoma minutum* (Hymenoptera: Formicidae) in Australia. *Insectes Sociaux* 38: 195-204.

- Hill, M. L. - 1973: Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 56:1459-1461.
- Hitchcock, A. S. - 1936: Manual of the grasses for the West Indies. U. S. Dep. Agric. Misc. Publ. 243: 1-439.
- Höfer, H. - 1990: *Zur Ökologie der Spinnengemeinschaft eines Schwarzwasser-Überschwemmungswaldes (Igapó) in Zentralamazonien*. Ph. D.-thesis, Univ. of Ulm, Germany: 154 pp.
- Höfer, H., Brescovit, A. D., Adis, J., Paarmann, W. - 1994a: The spider fauna of Neotropical tree canopies in Central Amazonia: first results. *Studies on Neotrop. Fauna & Environm.* 29 (1): 23-32.
- Höfer, H., Brescovit, H. D., Gasnier, T. - 1994b: The wandering spiders of genus *Ctenus* (Ctenidae, Araneae) of Reserva Ducke, a rainforest reserve in central Amazonia. *Andrias* 13: 81-98.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. - 1990: *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge. 732 pp.
- Huey, R.B., Pianka, E.R. & Schoener, T.W. - 1983: *Lizard Ecology. Studies of a Model Organism*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Hughes, L. & Westoby, M. - 1990: Removal rates of seeds adapted for dispersal by ants. *Ecology* 7(1): 138-148.
- Hurtado-Guerrero, J. C. - 1999: *Diversidade e sazonalidade de Artropoda nas copas de árvores das famílias Sapotaceae e Lecythidaceae na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil*. Ph. D. Tese, INPA/UFAM, Manaus, Brasil: 274 pp.
- Hurtado-Guerrero, J. C.; Fonseca, C. R. V.; Hammond, P. M. & Stork, N. E. - 2002: Arthropod responses to dry and wet seasons in the Amazon. In: Basset, Y., Novotny, V., Miller, S. E., Kitching, R. L. (eds.). *Arthropods of tropical forests. Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge Univ. Press, Oxford: in press.
- Huston, M. A. 1994 - Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

- Instock, C. A. & Scheiner, S. M. - 1987: Affinities and high-order diversity within landscape mosaics. *Evolutionary Ecology* 1: 11-29.
- Irion, G., Adis, J., Junk, W., Wunderlich, F. - 1983: Sedimentological studies of the "Ilha de Marchantaria" in the Solimões/Amazon River near Manaus. *Amazoniana* 8(1): 1-18.
- Irion, G., Junk, W.J. & de Mello J.A.S.N. - 1997: The large central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological, and geomorphological aspects. In: Junk, W.J. (ed.): *The Central-Amazonian Floodplain: Ecology of a pulsing System*. Ecological Studies, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp. 23-46.
- Irmiler, U. - 1979: Abundance fluctuations and habitat changes of soil beetles in Central Amazonian inundation forests. *Studies Neotrop Fauna & Environm.* 14: 1-16.
- Irmiler, U. - 1981: Überlebensstrategien ven Tieren im saisonal überfluteten amazonischen überschwemmungswald. *Zoologischer Anzeiger* 206 (1/2): 26-38.
- Jaccard, P. - 1901: Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranes et dans quelques regions voisines. *Bull. Societe Vausdoise des Sciences Naturelles* 37: 241-272.
- Jackson, D. A. - 1984: Ant distribution patterns in a Cameroonian cocoa plantation: investigation of the ant mosaic hypothesis. *Oecologia* 62: 318-324.
- Junk, W.J. - 1980: Áreas inundáveis - um desafio para limnologia.- *Acta Amazonica* 10(4): 775-795.
- Junk, W.J. - 1989: Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. In: Holm-Nielsen, L.B., Nielsen, I.C. & Balslev, H. (eds.): *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press: 47-64.
- Junk, W.J. - 1993: Wetlands of Tropical South America.- In: Whigham, D., Hejny, S. & Dykyjova, D. (eds.): *Wetlands of the world*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, Boston, Lancaster: 679-739.

- Junk, W. J. (ed) - 1997: *The Central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system. Ecological studies* 136, Springer, Berlin.
- Junk, W.J. - 2000: Mechanisms for development and maintenance of biodiversity in neotropical floodplains.- In: Gopal, B., Junk, W.J., Davis, J.A. (eds.): *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation.*- Vol. 1., Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 119-139.
- Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. - 1993: Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. *Hydrobiologia* 263: 155-162.
- Junk, W.J. & Welcomme, R.L. - 1990: Floodplains. In: Patten, B.C. et al. (eds.): *Wetlands and shallow continental water bodies.* Vol. 1. - SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands: 491-524.
- Junk, J.; Bayley, P. B. & Sparks, R. E. - 1989: The flood pulse concept in river-floodplains systems. In: Dodge, D. P. Proceedings of the International large river symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106. 110-127 pp.
- Karr, J.R.; Robinson, S.K.; Blake, J.G. & Bierregaard, R.O. 1990. Birds of four Neotropical forests. In: Gentry, A.H. *Four Neotropical Forests.* Yale Univ. Press. Pags: 237-269.
- Kalif, K ; Malcher, S. A. O.; Azevedo-Ramos, C.; Moutinho, P. - 2001: The effect of logging on the ground-foraging ant community in eastern Amazonia. *Stud. on Neotrop. Fauna and Environm.* 36 -215.
- Kaspari, M. - 1996: Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia* 105: 397-404.
- Kempson, D., Lloyd, M., Ghelardi, R. - 1963: A new extractor for woodland "liter". *Pedobiologia* 3(1): 1-21.
- Ketelhut, S. M., - 1999: *Avaliação das comunidades de formigas em uma área de extração madeireira.* Dissertação de Mestrado - Museu Paraense Emílio Goeldi/UFPA, Belém, Brasil. 120 pp.

- Klinge, H., Adis, J. & Worbes, M. - 1995: The vegetation of a seasonal várzea forest in the lower Solimões River, Amazon region of Brazil. *Acta Amazonica* 25(3/4):201-220.
- Krebs, C. J. - 1989: *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publisher, N.Y.
- Kubitzki, K. & Ziburski, A. - 1994: Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica* 26(1): 30-43.
- Lamas, G.; Robbins, R. K.; & Havey, D. J. 1991 - A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)*. 40: 1-19.
- Lande, R. 1996 - Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76: 5-13.
- Leston, D. - 1973: Ants and tropical tree crops. *Proc. of the Royal Entomol. Soc. of London*, ser C, 38(6): 1.
- Levings, S. C. - 1983: Seasonal, annual and among site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecol. Monographs* 53: 435-455.
- Lewis, T. - 1975: Colony size, density and distribution of the leaf cutting ant, *Acromyrmex octopinosus* (Reich) in cultivated fields. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 127(1): 51-64.
- Longino, J., and Nadkarni, N. M. - 1990: A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera:Formicidae) in a neotropical montane forest. *Psyche* 97:81-94.
- Longino, J., R. K. Colwell, and J. A. Coddington. 2002. The ant fauna of a tropical rainforest: estimating species richness three different ways. *Ecology* 83:689-702.
- Longino, J. T. - 2000: What to do with the data. IN: Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. Pp. 186-204.

- Lude, A., Reich, M., Plachter, H. - 1999: Life strategies of ants in unpredictable floodplain habitats of Alpine rivers (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologia Generalis* 24(2): 75-91.
- Mac Arthur, R. H. - 1965: Patterns of species diversity. *Biological Review* 40: 510-533.
- Mac Arthur, R. A. - 1972: *Geographical ecology*, Harper Row, New York.
- Mac Arthur R. H. & Wilson, E. O. - 1963: An equilibrium theory of insular zoogeography. *International Journal of Organic Evolution* 17(4): 373-387.
- Mac Arthur, R.H., Recher, H. and Cody, M.L., 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. *Am. Nat.* 100, pp. 319-332.
- Mackay, W. P. & Vinson, S. B. - 1989: Species identification of ants sociobiology. *Sociobiology* 16(1).
- Mac Nally, R. C. - 1995: *Ecological versatility and community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. Covello, California, USA.
- Mac Nally, R. C., Parkinson, A., Horrocks, G., Conole, L., Tzaros, C. - 2001: Relationships between terrestrial vertebrate diversity, abundance and availability of coarse woody debris on south-eastern Australian floodplains. *Biological Conservation* 99: 191-205.
- Magalhães, C. & Walker, I. - 1988: Larval development and ecological distribution of Central Amazonian Palaemonid Shrimps (Decapoda: Caridea). *Crustaceana*, Leiden, The Netherlands 55(3): 279-289.
- Magurran, A. E. - 1988: *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm, London.
- Majer, J. D. - 1990: The abundance and diversity of arboreal ants in northern Australia. *Biotropica* 22(2): 191-199.
- Majer, J. D. - 1992: Ant recolonization o rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. *J. Tropical Ecol.* 8(1): 97-108.

- Majer, J. D. & Carmer-Pesci, P. - 1991: Ant species in tropical Australian tree crops and native ecosystems - is there a mosaic? *Biotropica* 23 (2) : 173-181.
- Majer, J. D. & Delabie, J. H. C. - 1994: Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forest at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux* 343-339.
- Majer, J. D.; Recher, H. F. & Postle, A. C. - 1994: Comparison of arthropod species richness in eastern and western Australian canopies: a contribution to the species number debate. *Memoir. Queensl. Mus.* 36(1): 121-131.
- Martius, C. - 1989: *Untersuchung zur Ökologie des Holzabbaus durch Termiten (Isoptera) in zentralamazonischen Überschwemmungswälder (várzea)*. Ph. D. Thesis, Göttingen. 285 pp.
- Martius, C. - 1990: The influence of geophageous termites on soils of inundation forests in Amazônia - first results. In: *Social Insects and the Environment*. Eds. G.K. Versh, B. Mallik, C.A. Viraktamath. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, Bombay, Calcutta: 209-210.
- Martius, C., Höfer, H., Verhaagh, M., Adis, J., Mahnert, V. - 1994: Terrestrial arthropods colonizing an abandoned termite nest in a floodplain forest of the Amazon River during the flood. *Andrias* 13: 17-22.
- May, R. M. - 1975: Patterns of species abundance and diversity. In: Cody, M. L. & Diamond, J. M. (eds). *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, 81-120 pp.
- Mayr, G. - 1883: Drei neue ost-indische Formiciden-Arten. *Notes Leyden Mus.* 5: 245-247.
- McGuinness, K.A., - 1984: Equations and explanations in the study of species-area curves. *Biol. Rev.* 59, pp. 423-440. Abstract-GEOBASE
- Memmott J., Godfray, H. J. C. & Bolton, B. - 1993: Predation and parasitism in a tropical herbivore community. *Ecological Entomology* 18: 348-352.

- Messner, B. & Adis, J. - 1992: Die Plastronatmung bei aquatischen und flutresistenten terrestrischen Arthropoden (Acari, Diplopoda und Insecta). *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.* 8: 325-327.
- Milford, E. R. - 1999: Ant communities in flooded and unflooded riparian forest of the middle Rio Grande. *Southwestern Naturalist* 44(3): 278-286.
- Morais, J. W. - 1995: Abundância, distribuição vertical e fenologia da fauna de Arthropoda de uma região de água mista, próxima a Manaus, AM. Tese de Doutorado - ESALQ - USP, Piracicaba, SP. 225 pp.
- Morrison, L. W. - 1998: The spatiotemporal dynamics of insular ant metapopulations. *Ecological Society of America* 79(4): 1135-1146.
- Moutinho, P. R. S. 1998 - Impactos da formação de pastagens sobre a fauna de formigas: consequências para a recuperação florestal na Amazônia oriental. In: Gascon, C. & Moutinho, P. R. S. (eds.) *Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e manejo*. MCT, INPA. Pp 155-170.
- Oliveira, H. G. 1992. *Análise de similaridade da mirmecofauna de solo de ambientes distintos na região de Rio Claro, SP*. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas, UNESP, Rio Claro - SP.
- Oster, G. F. & Wilson, E. O. - 1978: *Caste and ecology in the social insects*. Princeton University Press, Princeton, NJ. 352 pp.
- Paarmann, W. - 1994: Von der Tötung zum lebendfang - Entwicklung der Insektizidnebeltechnik. *Allgemeine Forstzeitsehrift für Waldwirtschaft und Umweltfürsorge (AFZ)* 26: 1457-1459.
- Platnick, N. I. - 1999: Dimensions of biodiversity: targeting megadiverse groups. In: Cracraft, J. & Grifo, T. (eds.). *The living planet in crisis*. Pp. 33-52. Biodiversity Science and Policy. Columbia University Press. 155 pp.
- Platnick, N.I. & Höfer, H. - 1990: Systematics and ecology of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) from Central Amazonian inundation forests.- *American Museum Novitates* 2971: 1-16.

- Perfecto, I. & Snelling, R. - 1995: Biodiversity and the transformations of tropical agroecosystem: Ants in coffee plantations. *Ecol. Appl.* 5(4): 1084-1097.
- Perfecto, I. & Vandermeer, J. - 1993: Distribution and turnover rate of a population of *Atta cephalotes* in a Tropical rain forest in Costa Rica. *Biotropica* 25(3): 316-321.
- Petrere Jr., M. - 1982: *Ecology of the fisheries in the River Amazon and tributaries in the Amazonas state (Brazil)*. Ph.D. Thesis, University of East Anglia, UK. 96p.
- Pickett, S.T.A. & White, P.S. - 1985: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. New York: Academic Press. 472 pp.
- Piedade, M.T.F. - 1988: *Biomassa produtividade e atividade fotossintética de Echinochloa polystachya (H.B.K.) Hitchcock (Gramineae-Poaceae), capim semiaquático da várzea amazônica*. Tese de Doutorado: GPG INPA/FUA 154 pp.
- Piedade, M. T. F. - 1993: Biologia e ecologia de *Echinochloa polystachia* (H.B.K) Hitchcock (Gramineae-Poaceae), capim semi-aquático de várzea amazônica. *Acta Limnologica Brasiliensia* VII: 173-185.
- Piedade, M.T.F., Worbes, M. & Junk, W.J. - 2001: Geo-ecological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplains. In: McClain, M.E., Victoria, R.L. & Richey, J.E. (eds.): *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*.- Oxford University Press, New York, pp. 209-234.
- Pielou, E. C. - 1969: *An Introduction to mathematical ecology*. Wiley, New York, New York, USA.
- Pielou, E. C. - 1975: *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Pires, J.M. - 1973: Tipos de vegetação da Amazonia. *Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Belém.
- Pires, J. & Prance, G. T. - 1985: The vegetation types of the Brazilian Amazon. IN: Prance, G. T (ed) *Key environments: Amazonia*. Pergamon Press, Oxford. U. K. Pp: 109-145.

- Platnick, N. I. - 1999: Dimensions of Biodiversity: targeting megadiverse groups. In: Cracraft, J. & Grifo, F. T. (eds). *The living planet in Crisis. Biodiversity, science and policy*. New York - Columbia University Press. Pp: 33-52.
- Platnick, N. I. & Hofer, H. - 1990: Systematics and ecology of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) from Central Amazonian inundation forests. *Am. Mus. Nov.* 2971: 1-42.
- Power, A. G. - 1996: Arthropod diversity in forest patches and agroecosystems of tropical landscapes. Schelhas J. and Greenberg, R. (eds.). In: *Forest patches in tropical landscapes*, Island Press, Washington.Prance. Pp. 91-110.
- Prance, G.T. - 1978: The origin and evolution of the Amazon Flora. *Interciencia* 3(4): 207-22.
- Prance, G.T. - 1979: Notes on the vegetation of Amazônia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia* 34:228-251.
- Prance, G.T. - 1982: *Biological diversification in the tropics*. New York, Columbia University Press.
- Punttila, P. - 1996: Succession, forest fragmentation, and the distribution of wood ants. *Oikos* 75:291-298.
- Putman, R. J. - 1994: *Community ecology*. Chapman & Hall, London.
- Raaijmakers, J. G. W. 1987 - Statistical analysis of the Michaelis-Menten equation. *Biometrics* 43: 793- 803.
- Reiss, F. - 1976: Charakterisierung zentralamazonischer Seen aufgrund ihrer Benthosfauna. *Amazoniana* 6: 123-134.
- Ribeiro, M. N. G. & Adis, J. - 1984: Local rainfall variability - A potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 14(1-2): 159-174.
- Roger, J. - 1861: Die Ponera-artigen Ameisen (Schluss). *Berl. Entomol. Z.* 5, p. 1-54
- Romero, H. & Jaffe, K. - 1989: A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, formicidae) in Savannas. *Biotropica*. 21(4): 348-352.

- Room, P. M. - 1975: Diversity and organization of the ground-foraging ant faunas of Forest, grassland and tree crops in Papua, New Guinea. *Austr. Journ. Zool.* 23: 71-89.
- Rosenzweig, M. L. & Abramsky, Z. - 1993: How are diversity and productivity related? In: Ricklefs, R. E. & Schluter, D. (eds.) *Species diversity in ecological communities*. University of Chicago Press. Pp: 52-65.
- Rosenzweig, M. L. - 1995: *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge. 433 pgs.
- Roth, D.S.; Perfecto, I. & Rathcke, B. - 1994: The effects of management systems on ground foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecol. Appl.* 4: 423-436.
- Russel-Smith, A. & Stork, N. E. - 1994: Abundance and diversity of spiders from the canopy of tropical rainforests with particular reference to Sulawesi, Indonesia. *Journ. Trop. Ecol.* 10: 545-558.
- Sai, V. S. & Mishra, M. - 1986: Comparison of some indices of species diversity in the estimation of the actual diversity in a tropical forest: a case study. *Tropical Ecology* 27: 195-201.
- Schaefer, M. & Tischler, W. - 1983: Wörterbücher der Biologie. Ökologie. Jena.
- Scheiner, S.M. - 1992: Measuring pattern diversity. *Ecology* 73(5): 1860-1867.
- Schluter, D. & Ricklefs, R. E. - 1993: Species diversity: an introduction to the problem. In: Schluter, D. & Ricklefs, R. E. (eds.) *Species diversity in ecological communities : historical and geographical perspectives*. Chicago University Press. Pags: 1-10.
- Shmida, A. & Wilson, M. V. - 1985: Biological determinants of species saturation: pitfalls and potentials. *Journal Animal Ecology* 68: 1-16.
- Silva, M. C. da - 2000: *Juta e Malva: Produção, Consumo e Perspectivas de Mercado. Belém, Pará*. Monografia - Companhia Textil Castanhal, Belém. PA.
- Silva, D. & Coddington, J. A. 1996 - Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Perú): Species richness and notes on community structure. In: Wilson, D. E. &

- Sandoval, A. (eds.) The biodiversity of Southeastern Perú. Smithsonian Institution. Pags: 253-308.
- Silvestre, R. - 2000: *Estrutura de comunidades de formigas do Cerrado*. Tese de Doutorado. Ribeirão Preto, SP, FFCL-USP. 216 pp.
- Simpson, E. H. - 1949: Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Sioli, H. - 1950: Das wasser in Amazonasgebiet. *Forsch. Fortschr.* 26: 274-280.
- Sioli, H. - 1984: The Amazon and its main affluents: hydrography morphology of the river courses, and river types. In: Sioli, H. (ed.): *The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Junk, Dordrecht. Pp. 127-200.
- Smith, M. R. (Fr) - 1958: Family Formicidae - Hymenoptera of America north of Mexico. Synoptic catalogue. First supplement. *U. S. Dep. Agric. Agric. Monogr.* 2 (suppl. 1): 1-305.
- Smith, E. P. & van Belle, G. 1984 - Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40: 119-129.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. - 1973: *Numerical Taxonomy*. San Francisco, W.H. Freeman.
- Southwood, T. R. E. - 2000: *Ecological methods*. 3^a ed. Chapman & Hall, Londres. 575 pp.
- Southwood, T. R. E.; Moran, V. C. & Kennedy, C. E. J. - 1982: The richness, abundance and biomass of the arthropod communities in trees. *Journ. Anim. Ecol.* 51: 635-650.
- Spinola, M. - 1853 : Compte rendu des Hymenopteres inedits provenant du voyage entomologique de M. Ghiliani dans le Para en 1846. *Mem. R. Accad. Sci. Torino*, (2)13, p. 19-94
- StatSoft, Inc. (1996). *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK, 74104-4442, (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, WEB: <http://www.statsoftinc.com>.
- Stone, B. - 1970: The flora of Guam. *Micronesica* 6: 417-418.

- Stork, N. E. - 1988: Insect diversity; facts, fiction and speculation. *Biol. Journ. Linn. Soc.* 35: 321-327.
- Stork, N. E. - 1991: The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. *Journ. Trop. Ecol.* 7: 161-180.
- Stork, N. E., Adis, J., Didham, R. K. - 1997: Canopy arthropod studies for the future. In: Stork, N. E., Adis, J., Didham, R. K., (eds.), *Canopy arthropods*. Chapman & Hall, London, 567 pp.
- Terborgh, J. - 1992: Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24(2b): 283-292.
- Theobald - L. S. & Horstmann, K. 1990 - The ants (Hymenoptera: Formicidae) of windfalls and adjacent forest habitats in the Bavarian Forest National Park. *Waldhygiene* 18(3-4): 93-118.
- Tingle, C. C. D.; Lauer, S.; Armstrong, G. - 1992: Dry season, epigeal invertebrate fauna of mopane woodland in northwestern Zimbabwe. *Journ. Arid. Environm.* 23(4): 397-414.
- Torres, J. - 1984: Diversity and distribution of ant communities in Puerto Rico. *Biotropica* 16(4): 296-303.
- Trager, J. C. - 1984: A revision of the genus *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae) of the Continental United States. *Sociobiology* 9: 51-162.
- Trager, J. C. - 1991: A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Journ. of the New York Entomol. Soc.* 99(2): 141-198.
- Uetz, G. W., Van Der Laan, K. L., Summers, G. F., Gibson, P. A., Getz, L. L., - 1979: The effects of flooding on floodplain arthropod distribution, abundance and community structure. *The American Midland Naturalist* 101(2): 286-299.
- Vannote, R. L.; Minshall, G. W. & Cummings, K. W. - 1980: The river continuum concept. *Can. Journ. of Fisheries and Aquatic Scien.* 37: 130-137.
- Vepsäläinen, K & Savolainen, R. 1990 - The effect of interference by formicinae ants on the foraging of *Myrmica*. *Journ. of Animal Ecol.* 59: 643-654.

- Vasconcelos, H. L.; Vilhena, J. M. S. & Caliri, G. J. A. - 2000: Responses of ants to selective logging of a central Amazonian rainforest. *Journ. Appl. Ecol.* 37(3): 508-514.
- Verhaagh, M. - 1994: *Pachycondyla luteola* (Hymenoptera: Formicidae), an inhabitant of Cecropia trees in Peru. *Andrias* 13: 215-224.
- Ward, P. S. - 1999: Systematics, biogeography and host plant associations of the *Pseudomyrmex viduus* group (Hymenoptera: Formicidae), *Triplaris*- and *Tachigali*-inhabiting ants. *Zool. Journ. of the Linn. Soc.* 126: 451-540.
- Ward, P. S. - 2000: Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. IN: Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. Pp. 99-121.
- Ward, P. S. - 2002: *Ants of the subfamily Pseudomyrmicinae - The Ward ant lab on line*: <http://entomology.ucdavis.edu/faculty/ward/pseudo.html>.
- Way, M. J., Islam, Z., Heong, K. L., Joshu, R. C. - 1998: Ants in tropical irrigated rice: distribution and abundance, especially of *Solenopsis germinata* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of Entomological Research*. 88(4): 467-476.
- Way, M. J., Javier, G., Heong, K. L. - 2002: The role of ants, especially the fire ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae), in the biological control of tropical upland rice pests. *Bulletin of Entomological Research* 92: 431-437.
- Welcomme, R. L. - 1979: *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman, London, 317 pp.
- Wilkerson, L. - 1993: *SYSTAT, The system for statistics*. SYSTAT, Inc., Evanston, Illinois.
- Wilson, E. O. - 1971: *The Insect Societies*. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, 548 pp.
- Wilson, E. O. - 1985: The principles of caste evolution. *Fortschr. Zool.* 31: 307-324.

- Wilson, E. O. - 1987a: Causes of ecological success: The case of the ants. *Journ. Anim. Ecol.* 56: 1-9.
- Wilson, E. O. - 1987b: The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: a first assessment. *Biotropica* 19:245-251.
- Wilson, E. O., Taylor, R. W. - 1967: The ants of Polynesia (Hymenoptera: Formicidae). *Pac. Insects Monogr* 14:1-109.
- Wittmann, F., Anhuf, D., Junk, W. J. - 2002: Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote-sensing techniques. *Journal of Tropical Ecology* 18: 805-820.
- Wolda, H. - 1983: Diversity, diversity indices and cockroaches. *Oecologia* 58: 290-298.
- Wolda, H. - 1978: Seasonal fluctuations in rainfall, food abundance of tropical insects. *Journ. of Animal Ecol.* 47: 369-381.
- Worbes, M. - 1983: Vegetationskundliche Untersuchungen zweier Überschwemmungswälder in Zentralamazonien - vorläufige Ergebnisse. *Amazoniana* 8(1): 47-66.
- Worbes, M. - 1985: Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonian várzea. *Ecotropica* 5: 51-57.
- Worbes, M. - 1986: Lebensbedingungen und Holzwachstum in zentralamazonischen Überschwemmungswäldern. *Scripta Geobotanica* 17: 1-112.
- Worbes, M. - 1997: The forest ecosystem of the floodplains. In: Junk, W. J. (ed) 1997. *The Central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological studies 136, Springer, Berlin. 223-265 pp.
- Worbes, M. & Junk, W.J. - 1989: Dating Tropical Trees by Means of ¹⁴C from Bomb Tests. *Ecology* 70(2): pp. 503-507
- Worbes, M. H.; Klinge, J.D.; Revilla, C. & Martius, C. - 1992: On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in central Amazonia. *Journ. Vegetat. Science.* 3: 553-564.

- Yodzis, P. - 1986: Competition, mortality and community structure. In: Diamond, J. & Case, T. J. (eds). *Community ecology*. Harper Row, New York, 480-491 pp.
- York, A. - 1994: The long-term effects of fire on forest ant communities: management implications for the conservation of Biodiversity. *Memoir. Queensl. Mus.* 36(1): 231-239.
- Zar, J. H. - 1999: *Biostatistical analysis*. 4a ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey USA.
- Zerm, M. & Adis, J. - 2001a: Spatio-temporal distribution of larval and adult tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) from open habitats in Central Amazonian floodplains (Brazil). *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.* 36(3): 185-198.
- Zerm, M. & Adis, J. - 2001b: Further observations on the natural history and survival strategies of riverine tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) from open habitats in Central Amazonian floodplains (Brazil). *Ecotropica* 7(1): 115-138
- Zerm, M., Adis, J., Paarmann, W., Amorim, M.A. & Fonseca, C.R.V. da - 2001: On habitat specificity, life cycles, and guild structure in tiger beetles of Central Amazonia (Brazil) (Coleoptera: Cicindelidae). *Entomol. Gener.* 25(2): 141-154.
- Zerm, M. & Adis, J. - 2002: Tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) of Central Amazonian floodplains: Submersion resistance and flight ability. *Resumos 19º Congresso Brasileiro de Entomologia*, Manaus, Brazil: 220-221.

ANEXO I. Listagem de gêneros, espécies e morfotipos capturados através de nebulização de copa em quatro espécies arbóreas localizadas na floresta de várzea da Ilha de Marchantaria, AM.

MORFOTIPOS	ESPÉCIES ARBÓREAS				Total
	<i>Triplaris</i> <i>surinamensis</i>	<i>Pseudobombax</i> <i>munguba</i>	<i>Macrobium</i> <i>acaciaefolium</i>	<i>Luehea</i> cf. <i>cymulosa</i>	
<i>Azteca alfari</i>			1		1
<i>Azteca</i> sp 1	1	1			2
<i>Azteca</i> sp 2		1			1
<i>Azteca</i> sp 3		1			1
<i>Azteca</i> sp 4		1			1
<i>Azteca</i> sp 5		1			1
<i>Azteca</i> sp 6			2		2
<i>Azteca</i> sp 7			8		8
<i>Azteca</i> sp 8				2	2
<i>Azteca</i> <i>xanthochroa</i>			4		4
<i>Camponotus</i> sp1	1				1
<i>Camponotus</i> sp2		2	18		20
<i>Camponotus</i> sp3		2			2
<i>Camponotus</i> sp4		2		1	3
<i>Cephalotes</i> sp1		1			1
<i>Cephalotes</i> sp2		3			3
<i>Cephalotes</i> sp3		1			1
<i>Cephalotes</i> sp4				8	8
<i>Crematogaster</i> sp1	31				31
<i>Crematogaster</i> sp2		11			11
<i>Crematogaster</i> sp3		46			46
<i>Crematogaster</i> sp4		17			17
<i>Crematogaster</i> sp5				6	6

MORFOTIPOS ESPÉCIES	ESPÉCIES ARBÓREAS				Total
	<i>Triplaris surinamensis</i>	<i>Pseudobombax munguba</i>	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	<i>Luehea</i> cf. <i>cymulosa</i>	
<i>Crematogaster</i> sp6				20	20
<i>Dolichoderus</i> <i>diversus</i>		16		6	22
<i>Dolichoderus</i> <i>lamellosus</i>				27	27
<i>Dolichoderus</i> <i>lutosus</i>		31		17	48
<i>Dorymyrmex</i> sp1				1	1
Formicinae unid. 1		1			1
Formicinae unid. 2		1			1
<i>Forelius</i> sp1				1	1
<i>Hylomyrma</i> sp1			1		1
<i>Hypoponera</i> sp1				1	1
<i>Linepithema</i> sp1				1	1
<i>Myrmelachista</i> sp1		11			11
<i>Myrmelachista</i> sp2		3			3
<i>Myrmelachista</i> sp3		1		1	2
Myrmicinae unid. 10				4	4
Myrmicinae unid. 11				1	1
Myrmicinae unid. 12				1	1
Myrmicinae unid. 13				1	1

MORFOTIPOS ESPÉCIES	ESPÉCIES ARBÓREAS				Total
	<i>Triplaris surinamensis</i>	<i>Pseudobombax munguba</i>	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	<i>Luehea</i> cf. <i>cymulosa</i>	
Myrmicinae					
unid. 14				2	2
Myrmicinae					
unid. 15				31	31
Myrmicinae					
unid. 16				4	4
Myrmicinae					
unid. 17				1	1
Myrmicinae					
unid. 2		22			22
Myrmicinae					
unid. 3		1			1
Myrmicinae					
unid. 4		1			1
Myrmicinae					
unid. 5		1			1
Myrmicinae					
unid. 6		1			1
Myrmicinae					
unid. 7				1	1
Myrmicinae					
unid. 8				3	3
Myrmicinae					
unid. 9				6	6
Myrmicinae					
unid. 18	5				5
<i>Pachycondyla</i> sp					
1	1			6	7
<i>Paratrechina</i> sp					
1	1				1
<i>Pheidole</i> sp 1		3			3
<i>Pheidole</i> sp 2		1			1

<i>Pheidole</i> sp 3			1	1
<i>Pheidole</i> sp4			1	1
Ponerinae unid.				
1	1	3		4
Ponerinae unid.				
2		6		6
<i>Procryptocerus</i>				
sp 1		3		3
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 1	1			1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 10		1		1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 11		1		1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 12		1		1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 13			1	1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 14			1	1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 15			2	2
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 16			9	9
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 17			1	1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 18			1	1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 19			1	1
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 2	8			8
<i>Pseudomyrmex</i>				
sp 20				3
			3	3

MORFOTIPOS ESPÉCIES	ESPÉCIES ARBÓREAS				Total
	<i>Triplaris surinamensis</i>	<i>Pseudobombax munguba</i>	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	<i>Luehea</i> cf. <i>cymulosa</i>	
<i>Pseudomyrmex</i> sp 21				2	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp 22				18	18
<i>Pseudomyrmex</i> sp 23				4	4
<i>Pseudomyrmex</i> sp 24				2	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp 25				2	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp 3	9				9
<i>Pseudomyrmex</i> sp 4		1			1
<i>Pseudomyrmex</i> sp 5		5			5
<i>Pseudomyrmex</i> sp 6		3			3
<i>Pseudomyrmex</i> sp 7		1			1
<i>Pseudomyrmex</i> sp 8		1	5		6
<i>Pseudomyrmex</i> sp 9		1			1
<i>Solenopsis</i> sp 1	6				6
<i>Solenopsis</i> sp 2		7	1		8
<i>Solenopsis</i> sp 3		1			1
<i>Solenopsis</i> sp 4		1			1
<i>Solenopsis</i> sp 5			3		3
<i>Solenopsis</i> sp 6			6		6
<i>Solenopsis</i> sp 8				15	15
	ESPÉCIES ARBÓREAS				

MORFOTIPOS	<i>Triplaris</i>	<i>Pseudobombax</i>	<i>Macrolobium</i>	<i>Luehea</i> cf.	
ESPÉCIES	<i>surinamensis</i>	<i>munguba</i>	<i>acaciaefolium</i>	<i>cymulosa</i>	Total
<i>Tapinoma</i>					
<i>melanocephalum</i>				1	1
<i>Tapinoma</i> sp 1		3		12	15
<i>Tapinoma</i> sp 2		2			2
<i>Tapinoma</i> sp 5			2		2
<i>Tapinoma</i> sp 6			2		2
<i>Tapinoma</i> sp 7			16		16
<i>Wasmannia</i> sp1		3			3
TOTAL	65	228	87	212	592

Obs: Identificação do material realizada por A. Y. Harada, depositado na coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

ANEXO II. Número de formigas capturadas na Ilha de Marchantaria - Floresta de várzea do Lago do Camaleão, plantios e áreas alteradas, através de metodologias de solo, agrupadas quanto ao hábito alimentar, hábito de nidificação e grupo funcional.

PITFALL TRAPS

Nidificação	TOTAL
Arbóreo	126
L/A	6
L/S	30
S/A	1356
Solos	21
Total geral	1539

Hábito Alimentar	TOTAL
Fungívoro	19
Onívoro	1350
POLEN/NECTAR	5
Predador	68
S/O	95
Saprófago	3
Total geral	1539

Grupo Funcional	TOTAL
DD	6
ECT	142
MG	1319
O/DD	1
Oportunista	60
PE	3
PP	8
Total geral	1539

EXTRAÇÃO DE SOLO

Nidificação	TOTAL
Arbóreo	4
Litter	558
L/A	48
L/S	30
S/A	6437
Solos	244
Total geral	7321

Hábito Alimentar	TOTAL
Fungívoro	243
Onívoro	5714
Predador	14
S/O	1350
Total geral	7321

Grupo Funcional	TOTAL
Críptico	570
ECT	276
MG	5115
O/DD	11
Oportunista	1348
PE	1
Total geral	7321

FOTOELECTOR DE SOLO

Nidificação	TOTAL
Arbóreo	52
L	1
L/A	88
L/S	4
S/A	3114
Solos	18
Total geral	3277

Hábito Alimentar	TOTAL
Fungívoro	17
Onívoro	910
Predador	11
S/O	2339
Total geral	3277

Grupo Funcional	TOTAL
Críptico	1
DD	11
ECT	115
MG	818
O/DD	1
Oportunista	2325
PE	6
Total geral	3277

ABREVIATURAS

L/A = Litter e/ou Árvore

L/S = Litter e/ou Solo

S/A = Solo e/ou Árvore

S/O = Saprófago e/ou Onívoro

E= Especialista

G= Generalista

ECT= especialista clima tropical

DD= Dolichoderinae dominante

O= Oportunista

MG= Myrmicinae generalista

PE=Predador especializado

C=Críptico

SUZANA MARIA KETELHUT
Manaus, Junho de 2004.

