



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE OPILIÕES
(ARACHNIDA: OPILIONES) EM UMA ÁREA DE FLORESTA
DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Larissa de Souza Lança

Manaus - Amazonas
2011

Larissa de Souza Lança

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE OPILIÕES
(ARACHNIDA: OPILIONES) EM UMA ÁREA DE FLORESTA
DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Dissertação apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-
Graduação em Diversidade Biológica da
Universidade Federal do Amazonas como
um dos requisitos à obtenção do título de
Mestre em Diversidade Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Martins Venticinque
Co-orientadora: Ana Lúcia Miranda Tourinho

Manaus – Amazonas
2011

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L244p Lanca, Larissa de Souza
Padrões de distribuição espacial de opiliões (Arachnida: Opiliones) em uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central. / Larissa de Souza Lanca. 2011
81 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Eduardo Martins Venticinque
Coorientadora: Ana Lúcia Miranda Tourinho
Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Amazônia Central. 2. Inventário. 3. Floresta de terra firme. 4. Opiliones. 5. Padrões de distribuição. I. Venticinque, Eduardo Martins II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedico esta dissertação à memória de meu tio José Lança Filho, o qual sempre me incentivou. Sem ele, eu não teria chegado até aqui.

Agradecimentos

Aos meus pais Luiz Gonzaga e Nadir e minha irmã Vanessa por todo o apoio e incentivo, por compreenderem minha ausência e por acreditarem em meu sucesso.

Ao tio Zé, pelo zelo e carinho, pelo incentivo constante e pelo exemplo de vida que foi. Seu exemplo e alegria contribuíram na consolidação de meu trabalho.

Aos meus avós José e Atília, pelo cuidado e preocupações diárias, pelas orações, pelo carinho e pelo incentivo.

À toda minha família, pelo apoio e incentivo constantes.

Ao meu orientador Eduardo “Dadão”, pela troca de idéias, pela oportunidade, pela minha formação, pelo otimismo constante, por não me deixar desanimar e pela infinita paciência.

À minha co-orientadora Ana, pelo suporte no INPA, pelas várias sugestões e discussões ao longo deste trabalho e por me incentivar a conhecer um pouco mais esse mundo fascinante dos opiliões.

Ao Sr. Osmaildo Ferreira, excelente auxiliar de campo, pelo companheirismo e cuidado em todos os momentos.

Um agradecimento especial à minha amiga e companheira de trabalho Wanessa, pela ajuda durante as coletas e pelas muitas risadas em campo.

Aos amigos Gabriel e Vinicius, por me ajudarem durante as coletas e por tornarem minha vivência em campo muito mais divertida e agradável.

Às amigas e companheiras de laboratório Erika e Lidianne, pelo cuidado constante, pela ajuda em campo, em laboratório, no dia-a-dia, por todo o carinho e pelos puxões de orelha, essenciais ao meu bom desempenho.

Aos amigos do Projeto Sauim-de-Coleira, pela convivência ao longo desses dois anos e meio, em especial às amigas Ana Paula e Grace, as quais nunca me deixaram desanimar frente às adversidades.

À todos os amigos do Curso de Diversidade Biológica, em especial aos meus companheiros de toda hora Wellington e Francisco, pela amizade, carinho e cuidado constantes.

À coordenação do Programa de Pós Graduação em Diversidade Biológica, por todo o apoio durante o curso.

Aos professores do PPG Div-Bio, por todo o conhecimento repassado, pelas valiosas discussões e constante suporte no decorrer deste trabalho.

Aos meus amigos-irmãos de república, Dayana, Iuri e Guilherme, pelo carinho, pela amizade, pelas contribuições a este trabalho e por preencherem um pouco da saudade de minha família.

Às minhas amigas de todas as horas, Deize, Leka e Erika, pela amizade e carinho, pelas baladas, pelas sessões de cinema, pela companhia na maior parte do tempo ocioso e também do tempo útil, por tornarem meus dias mais felizes.

Ao Dr. Pedro Gnaspini, pela ajuda em campo e socorro em São Paulo, pelas conversas e auxílio durante a etapa final desse mestrado.

Ao Dr. Thierry Gasnier, pela preocupação e apoio na execução de todas as atividades referentes à minha dissertação.

Ao Dr. Ricardo Pinto-da-Rocha, pelo auxílio nas identificações.

Aos amigos Brunão e Brasa, pelo auxílio nas análises dos dados e na elaboração dos mapas.

Aos amigos e colegas de laboratório Sidclay e Pio, pela ajuda na organização das fotos e apoio principalmente na etapa final deste trabalho.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental da UFAM, que de uma forma ou de outra, possibilitaram o melhor para minha estadia em campo.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente em minha formação profissional e pessoal, este trabalho é fruto da minha resposta ao incentivo de vocês.

À Deus, por tudo!

Obrigada!

Resumo

Os opiliões apresentam a quarta maior diversidade dentro da classe Arachnida, contando com cerca de 6.490 espécies descritas para o mundo. Seu pico de diversidade é registrado para as regiões tropicais do globo, especialmente no Neotrópico. Para a Amazônia, região reconhecida mundialmente pela elevada biodiversidade, esta ordem ainda encontra-se pouco conhecida, tanto no aspecto taxonômico e sistemático quanto ecológico. Este estudo teve como objetivo inventariar a Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, ao norte da cidade de Manaus, AM em relação a este grupo, bem como investigar os padrões de distribuição espacial da comunidade de opiliões em uma área de floresta de terra firme. Foram coletados um total de 1.115 indivíduos, dos quais 52 eram jovens e não permitiram sua correta identificação. Um total de 28 espécies, 12 famílias e 13 gêneros foram determinados até o momento. Dentre as espécies, somente oito são conhecidas, sendo que as demais representam até 71% de novos registros. Somente as famílias Cosmetidae e Sclerosomatidae representaram mais de 68% do total de indivíduos coletados, sendo estas as mais abundantes e amplamente distribuídas. Em relação aos gradientes ambientais, não foi verificada uma forte substituição de espécies na escala investigada; entretanto, constatou-se que cada método empregado na coleta amostrou diferentes assembleias de opiliões,, as quais evidenciam a importância da dos microhabitats nos padrões de distribuição destas espécies. A curva de acumulação de espécies e análises de composição das assembleias mostraram que a técnica de busca ativa noturna por si só é capaz de amostrar satisfatoriamente a comunidade de opiliões, sugerindo que em situações cujo tempo ou recurso financeiro forem fatores limitantes, essa metodologia seja empregada de forma a otimizar ambos com resultados satisfatórios. Este trabalho em meso-escala permitiu observar que as condições de microhabitat interferem mais na distribuição espacial dos opiliões do que gradientes ambientais. Assim, propõe-se que novos protocolos de coleta específicos sejam testados para o grupo em questão, a fim de otimizar o tempo em campo e o custo das pesquisas, ainda escassas na região.

Palavras-chave: Amazônia, Inventário, Floresta de Terra Firme, Opiliones, Padrões de Distribuição.

Abstract

The harvestmen are the fourth class in diversity of Arachnida, composed by 6,490 species described in the world. Its more abundant in tropical regions, especially in the Neotropics. For the Amazon, a region worldwide recognized for its high biodiversity, this order is still taxonomically and systematically, as well as ecologically poorly, understood. This study aimed to inventory this group at the Experimental Farm of Federal University of Amazonas, north of Manaus city (AM), as well as to investigate the spatial distribution patterns of the harvestmen community in an area of dryland forest. A total of 1,115 individuals were collected, which 52 were juvenils and did not allowed their correct identification. A total of 28 species, 12 families and 13 genera were identified so far. Among the species, only eight are known, and the others represent up to 71% of new records. Only Cosmetidae and Sclerosomatidae represented more than 68% of the total collected individuals, being the most abundant and widely distributed. Regarding the environmental gradients, there was no high rate of substitution of the species in the scale investigated; however, it was found that each method used in the collection showed different assemblies of harvestmen, which evidences the importance of microhabitats in the distribution patterns of these species. The species accumulation curve and assemblage composition analysis showed that the technique of nocturnal active search is able to satisfactorily sample the community of harvestmen, suggesting that in situations where time or financial resources are limiting factors, this methodology is used in order to optimize them with satisfactory results. This mesoscale work allowed to observe that microhabitat conditions interfere more in the spatial distribution of harvestmen than environmental gradients. It is therefore proposed that new specific collection protocols should be tested for the group in order to optimize time in field and cost of research, still scarce in the region.

Key-words: Amazon, Distribution Patterns, Inventory, Non-flooded Upland Forest, Opiliones.

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1 – Localização da grade de trilhas do PPBio da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas.....	22
Figura 2 – Distribuição de <i>Metagovea oviformis</i> Martens, 1969 na grade do PPPBio da FEX-UFAM.....	27
Figura 3 – Distribuição de Sclerosomatidae Gen.1 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	29
Figura 4 – Distribuição de Sclerosomatidae Gen.1 sp.n.2 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	29
Figura 5 – Distribuição de Sclerosomatidae Gen.2 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	30
Figura 6 – Distribuição de <i>Prionostema</i> sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	30
Figura 7 – Distribuição de Agoristenidae Gen.1 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	31
Figura 8 – Distribuição de Biantidae Gen.1 sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	32
Figura 9 – Distribuição de Cosmetidae Gen.3 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	35
Figura 10 – Distribuição de <i>Eucynortella duapunctata</i> Goodnight & Goodnight, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	35
Figura 11 – Distribuição de <i>Phareicranaus manauara</i> Pinto-da-Rocha e Bonaldo 2011 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	36
Figura 12 – Distribuição de <i>Fissiphallius martensi</i> Pinto-da-Rocha, 2004 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	37
Figura 13 – Distribuição de <i>Fissiphallius</i> sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	38

Figura 14 – Distribuição de Kimulidae Gen.1 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	39
Figura 15 – Distribuição de <i>Saramacia lucasae</i> Jim & Soares, 1991 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	40
Figura 16 – Distribuição de <i>Manaosbia</i> sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	41
Figura 17 – Distribuição de <i>Mecritta</i> sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	41
Figura 18 – Distribuição de Manosbiidae Gen.1.sp.n.1 na grade de trilhas da FEX-UFAM.....	42
Figura 19 – Distribuição de Samoidae Gen.1.sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	43
Figura 20 – Distribuição de <i>Stygnus pectinipes</i> Roewer, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	44
Figura 21 – Distribuição de <i>Stygnus simplex</i> Roewer, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	45
Figura 22 – Distribuição de <i>Protimesius longipalpis</i> Roewer, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	45
Figura 23 – Distribuição de <i>Auranus hoeferscovitorum</i> Pinto-da-Rocha, 1997 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	46
Figura 24 – Distribuição de <i>Auranus</i> sp.2 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	46
Figura 25 – Distribuição de Zalmoxidae, Zal sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	47
Figura 26 – Distribuição de Zalmoxidae, Zal sp.n.2 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	48
Figura 27 – Distribuição de Zalmoxidae, Zal sp.n.3 na grade do PPBio da FEX-UFAM.....	48
Figura 28 – Curvas de acumulação de espécies para cada método de coleta utilizado e para a combinação de todas as técnicas.....	49

Capítulo 2

Figura 1 – Localização da grade de trilhas do PPBio da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas.....	59
Figura 2 – Localização de Porto Urucu-AM.....	59
Figura 3 - Curvas de acumulação de espécies de opiliões por método de coleta.....	69
Figura 4 - Ordenação de NMDS indicando a complementaridade na composição de espécies amostradas com os três métodos de coleta em 40 parcelas da FEX-UFAM e 33 parcelas em Porto Urucu, na Amazônia brasileira.....	69

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tabela I – Lista das espécies de opiliões coletados na Fazenda Experimental da UFAM no município de Manaus, AM.....	25
---	----

Capítulo 2

Tabela I – Média das variáveis ambientais coletadas em 20 parcelas ripícolas e 20 não-riparias de 250 m de comprimento.....	65
Tabela II – Lista das espécies de opiliões coletados na Fazenda Experimental da UFAM no município de Manaus, AM.....	65
Tabela III – Lista das espécies de opiliões coletados em Porto Urucu-AM.....	67
Tabela IV – Variância na composição da assembleia por método de coleta, explicada pelas variáveis ambientais na Análise de Redundância (RDA) amostradas na FEX-UFAM.....	70

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
REFERÊNCIAS GERAIS.....	15
METODOLOGIA.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
Capítulo 1 – Riqueza e abundância de opiliões (Arachnida: Opiliones) em uma área de floresta de terra firme na região de Manaus, Amazonas, Brasil.....	18
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	21
Área de estudo e caracterização do ambiente.....	21
Desenho experimental.....	21
Coleta de dados.....	23
Triagem, identificação e preservação do material.....	24
Resultados e Discussão.....	24
Referências.....	50
Capítulo 2 – Complementaridade entre métodos de amostragem para assembleias de opiliões (Arachnida: Opiliones).....	55
Introdução.....	55
Material e Métodos.....	57
Locais de estudo.....	57
Desenho amostral.....	60
Amostragem, técnicas de coleta e identificação.....	60
As variáveis ambientais.....	62
Análise dos dados.....	63

Resultados.....	65
Diversidade de opiliões.....	65
Desempenho amostral.....	66
Relações com gradientes ambientais.....	70
Discussão.....	71
Referências.....	74
CONCLUSÃO GERAL.....	78
REFERÊNCIAS DAS NORMAS UTILIZADAS.....	80

INTRODUÇÃO GERAL

A Classe Arachnida, em relação ao número de espécies, perde apenas para a Classe Insecta, contando com mais de 93.400 espécies descritas para o mundo (ADIS *et al.* 2002). Dentro de Arachnida, a Ordem Opiliones é a quarta mais diversa e compreende cerca de 6.490 espécies descritas (KURY, 2011). De acordo com estudos moleculares, atualmente está dividida em quatro subordens: Cyphophthalmi, Dyspnoi, Eupnoi e Laniatores (GIRIBET; KURY, 2007).

Os opiliões são facilmente encontrados no solo, na serapilheira, sob pedras e troncos, nas copas das árvores, entre outros microhabitats, mas, devido aos hábitos crípticos e noturnos, são pouco conhecidos do público em geral (PINTO-DA-ROCHA, 1999). São muito comuns nas florestas tropicais, onde sua diversidade pode ser muito elevada, como é o caso da Mata Atlântica, onde mais de uma espécie pode ser encontrada por metro quadrado (MESTRE; PINTO-DA-ROCHA, 2004). Trata-se de uma ordem com elevada taxa de endemismo e capacidade de dispersão limitada, resultando em um elevado potencial de extinção (PINTO-DA-ROCHA *et al.* 2007). Para a Amazônia, entretanto, ainda não se pode determinar áreas de endemismo, pois, apesar dos esforços atuais em ampliar as áreas de coletas do grupo, ainda não há cobertura suficiente em uma escala da bacia para estabelecer com certeza as áreas de endemismo, que podem ainda apresentar gradientes mais amplos de distribuição seguidos de rupturas em virtude de fatores ecológicos e históricos, como por exemplo a estrutura da paisagem, relevo e efeito da dinâmica e presença dos grandes rios tributários (TOURINHO, 2007).

Para a região amazônica, a família Cosmetidae apresenta uma elevada diversidade (KURY; PINTO-DA-ROCHA, 2002; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006), sendo que para inventários locais há uma predominância de representantes dessa família (TOURINHO, 2007; BONALDO *et al.* 2007). Estes opiliões apresentam pedipalpos modificados com a tíbia em forma de colher, característica que permite o fácil reconhecimento do grupo (PINTO-DA-ROCHA; GIRIBET, 2007). Possuem hábito noturno, sendo encontrados geralmente na serapilheira, sobre a vegetação do sub-bosque, junto às raízes de árvores e dentro de troncos (BONALDO *et al.* 2007).

Outra família com diversidade elevada para a região é Sclerosomatidae (Gagrellinae), que também pode apresentar uma elevada riqueza local; seus representantes são geralmente noturnos, mas possuem também atividade diurna (BONALDO *et al.* 2007). Podem ser observados no solo, na serapilheira, sobre a vegetação, entre raízes tabulares e em tronco das árvores, sendo estes dois últimos abrigos locais onde podem ser encontrados agregados com algumas dezenas de indivíduos (BONALDO *et al.* 2007).

Em termos taxonômicos, os conhecimentos acerca da opiliofauna ainda são escassos para a Amazônia, sendo conhecidas cerca de 300 espécies para todos os países amazônicos (TOURINHO, 2007). Um inventário realizado no Estado do Pará permitiu uma estimativa de que a riqueza conhecida de opiliões para a região seja entre três a cinco vezes maior que atualmente (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006). Devido principalmente a ausência de especialistas na região (TOURINHO, 2007) as informações sobre a aracnofauna amazônica ainda é insuficiente (BONALDO *et al.* 2007). Para coletas de opiliões na região de Manaus, o percentual de espécies novas é de 30-50%, podendo chegar a 95% em áreas mais afastadas dos centros urbanos e de difícil acesso (TOURINHO, 2007).

Os opiliões possuem capacidade de dispersão limitada, o que interfere em sua taxa de colonização de novos ambientes. Assim, sua atual distribuição espacial encontra-se vinculada a processos históricos de mudanças do ambiente e às consequentes especiações (TOURINHO, 2007), bem como às características biológicas e ecológicas do grupo (CURTIS; MACHADO, 2007). A maioria dos estudos focados nesta ordem na região tropical remetem a trabalhos de sistemática e taxonomia (PINTO-DA-ROCHA, 1999), o que reflete a precariedade no conhecimento sobre seus padrões de ocorrência e distribuição de espécies, bem como sua relação com os fatores condicionantes. Para gradientes altitudinais na Mata Atlântica, verificou-se que a diminuição na riqueza de espécies nas altitudes mais elevadas é devido às restrições ambientais de temperatura e umidade e que, para a maioria das espécies encontradas nos locais mais altos, não houve uma diminuição em sua abundância para altitudes baixas (ALMEIDA-NETO *et al.* 2006). O mesmo autor concluiu ainda que a variação na riqueza e abundância de indivíduos desse grupo é sazonal em gradientes de altitude, devendo-se tomar

cuidado quando as coletas envolverem um curto período de tempo. Para uma população de opiliões em um fragmento florestal urbano, foi observada uma diferença significativa na abundância em habitats onde há maior concentração de troncos e tijolos (MESTRE; PINTO-DA-ROCHA, 2004). Os referidos autores sugerem que madeira e argila proporcionam microhabitats onde há variações menores de temperatura, indicando uma preferência pelas condições que estes materiais proporcionam se comparados com rochas ou objetos plásticos.

O presente trabalho buscou compreender alguns aspectos da ecologia de comunidades de opiliões sob a ótica dos modelos de distribuição de espécies. Comunidade aqui é definida como o conjunto total de indivíduos das diferentes espécies da ordem Opiliones coletados na área de estudo. Os modelos de distribuição de espécies vêm se popularizando na última década, tornando-se ferramentas interessantes em estudos de biogeografia, biologia da conservação, ecologia, paleoecologia e gestão da vida silvestre (ARAÚJO; GUIBAN, 2006). Os modelos são baseados em padrões de ocorrência, os quais são determinados a partir de uma série de variáveis ambientais que são exploradas para explicar a distribuição das espécies, permitindo uma estimativa das necessidades ecológicas da espécie em questão. (ARAÚJO; GUIBAN, 2006).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar o primeiro inventário de opiliões para a região próxima a Manaus e investigar o padrão de distribuição espacial da comunidade de opiliões em uma área de floresta de terra firme, bem como avaliar a influência dos métodos de coleta empregados.

REFERÊNCIAS GERAIS

ADIS, J. Taxonomical classification and biodiversity. 2002. In: ADIS, J. Amazonian Arachnida and Myriapoda. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, 2002. p. 13-15.

ALMEIDA-NETO, M. et al. Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? *Journal of Biogeography*, 2006. v. 33, p. 361-375.

ARAÚJO, M.B.; GUISAN, A. Five (or so) challenges for species distribution modeling. *Journal of Biogeography*, 2006. v. 33, p. 1677–1688.

BONALDO, A. B. et al. Inventário e história natural dos aracnídeos da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil, 2007. Disponível em <http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/pdfliteratura/BONALDOetal_Arachnida_Caxiuana.pdf>. Acesso em 15 abril 2011.

GIRIBET, G. M. et al. Phylogeny of the Arachnid order Opiliones (Arthropoda) inferred from a combined approach of complete 18S and partial 28S ribosomal DNA sequences and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 1999. v. 2, p.296-307.

KURY, A. B. *Classificação de Opiliones*. Museu Nacional / UFRJ website, 2011. Disponível em: <<http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/opiliones.html>>. Acesso em 15 abril 2011.

KURY, A. B.; PINTO-DA-ROCHA, R. Opiliones. In: ADIS, J. *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, 2002. p. 345-362.

MESTRE, L. A. M.; PINTO-DA-ROCHA, R. Population dynamics of an isolated population of the harvestman *Ilhaia cuspidate* (Opiliones, Gonyleptidae), in Araucaria Forest (Curitiba, Paraná, Brazil). *The Journal of Arachnology*, 2004. v. 32, p. 208-220.

PINTO-DA-ROCHA, R. Opiliones. In: Brandão, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Ed). *Invertebrados Terrestres. Volume 5. Biodiversidade do Estado de São Paulo. Síntese do conhecimento ao final do século XX*. São Paulo: FAPESP, São Paulo, 1999. p. 35-44.

PINTO-DA-ROCHA, R.; BONALDO, A. B. A structured inventory of Harvestmen (Arachnida, Opiliones) at Juruti River plateau, State of Pará, Brazil. *Revista Ibérica de Aracnología*, Zaragoza, 2006. v.13, p.155-162.

TOURINHO, A. L. Padrões de distribuição e fatores condicionantes da riqueza e composição de opiliões na várzea do Rio Amazonas – Brasil (Arachnida, Opiliones). Tese (Doutorado em Ecologia) - INPA/UFAM, Manaus, 2007.

METODOLOGIA

A metodologia de trabalho, bem como a descrição da área de estudo e do esforço amostral, serão apresentados de acordo com a organização desta dissertação em capítulos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do presente trabalho, bem como as discussões dos dados, serão apresentados em dois capítulos:

- *Capítulo 1:* Riqueza e abundância de opiliões (Arachnida: Opiliones) em uma área de floresta de terra firme na região de Manaus, Amazonas, Brasil.¹
- *Capítulo 2:* Complementaridade entre métodos de amostragem para assembleias de opiliões (Arachnida: Opiliones).²

¹ A ser submetido para a revista CheckList – Journal of species lists and distribution.

² TOURINHO, A.L; LANÇA, L.S ; BACCARO, F. B. ; DIAS, S. C . Complementarity among sampling methods for harvestman assemblages. Pedobiologia (Jena, Print), v. 57, p. 37-45, 2014.

CAPÍTULO 1

Riqueza e abundância de opiliões (Arachnida: Opiliones) em uma área de floresta de terra firme na região de Manaus, Amazonas, Brasil

INTRODUÇÃO

A ordem Opiliones Sundevall, 1833 compreende a quarta maior diversidade dentro da Classe Arachnida, sendo conhecidas atualmente cerca de 6.490 espécies descritas para o mundo (KURY, 2011). Apesar de sua alta diversidade e abundância na Amazônia, nosso atual conhecimento taxonômico, ecológico e biogeográfico sobre opiliões nesta região ainda é mínimo (TOURINHO, 2007; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006).

A pouca informação a respeito da fauna de aracnídeos amazônicos é resultante da ausência de especialistas na região e da concentração de trabalhos próximos aos centros urbanos e calha dos grandes rios, o que torna comum trabalhos com descrições de novos táxons (TOURINHO, 2007; BONALDO *et al.* 2007). Coletas de opiliões na região de Manaus chegam a apresentar entre 30-50% de novos táxons, podendo chegar a 95% em áreas de difícil acesso e distantes dos centros urbanos (TOURINHO, 2007). Estes dados contrastam com outras áreas do sudeste brasileiro, onde o grupo encontra-se melhor estudado. De acordo com Pinto-da-Rocha (1999), há estimativas de que apenas 30% da opiliofauna do Estado de São Paulo ainda sejam espécies desconhecidas.

Para as espécies de opiliões amazônicos, apenas algumas chaves de identificação estão disponíveis em literatura (TOURINHO; GONZALÉZ, 2006; KURY; PINTO-DA-ROCHA, 2002; PINTO-DA-ROCHA, 1997; GONZÁLEZ-SPONGA, 1992), sendo necessárias revisões sobre as famílias mais representativas na região. Apenas duas revisões recentes das famílias Stygnidae e Cranidae envolveram o conhecimento sobre grupos com distribuição amazônica (PINTO-DA-ROCHA, 1997; PINTO-DA-ROCHA; KURY, 2003).

Ao longo dos anos, as amostragens da opiliofauna amazônica ocorreram de forma dispersa, com coletas ocasionais e não padronizadas. Estudos mais robustos, com amostragens adequadas na região, são relativamente recentes (KURY *et al.* 2010; TOURINHO 2007; BONALDO *et al.* 2007; PINTO-DA-ROCHA e BONALDO 2006).

O inventário mais completo para a ordem Opiliones em terras amazônicas foi realizado na Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC), Estado do Pará, onde o emprego de protocolos estruturados de coleta a partir de 2000 foi responsável pelo maior esforço de amostragem realizado em uma única área na Amazônia Oriental Brasileira (BONALDO *et al.* 2007). Para a FNC registraram-se 34 espécies e morfoespécies, distribuídas em 14 famílias, sendo a maior riqueza observada para Cosmetidae, Zalmoxidae e Manosbiidae, com nove, cinco e quatro espécies ou morfoespécies, respectivamente (BONALDO *et al.* 2007).

Em Juruti, Estado do Pará, um inventário estruturado de opiliões realizado em quatro áreas de um hectare cada, com o emprego de sete técnicas de amostragem, registrou 466 indivíduos, distribuídos em 28 espécies e nove famílias, das quais Cosmetidae e Zalmoxidae apresentaram a maior riqueza, com sete e seis espécies ou morfoespécies, respectivamente (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006). O referido estudo foi conduzido em uma área com perturbações físicas e microclimáticas na floresta devido à presença de mineradoras; dessa forma, a maior contribuição deste inventário foi a utilização dos diversos protocolos de coleta, que permitiram aos autores recomendar uma combinação dos métodos de amostragem mais eficientes em terras amazônicas, a fim de maximizar a riqueza de opiliões a ser encontrada.

Para o Estado do Tocantins, um levantamento de aracnídeos previamente coletados resultou em uma lista de 30 morfoespécies de opiliões distribuídos entre oito famílias. As maiores riquezas foram apresentadas pelas famílias Cosmetidae, Gonyleptidae e Stygnidae, com nove, seis e quatro morfoespécies, respectivamente (KURY *et al.* 2010). Esta pesquisa revelou que a opiliofauna deste estado compartilha espécies registradas para a região Nordeste do país e para a Amazônia, remetendo a uma área de transição entre vegetação aberta e formação florestal.

O primeiro trabalho sobre os padrões de distribuição de opiliões na região amazônica foi realizado na calha da várzea do Solimões-Amazonas. Neste estudo, foram coletados 735 indivíduos em 24 pontos amostrais, desde Tabatinga, Estado do Amazonas, até Gurupá, Estado do Pará, distribuídos em 51 espécies e morfoespécies. Foram coletadas 34 espécies novas, das quais uma já foi descrita, e um gênero novo para a região amazônica, além da inclusão de novos táxons em quatro gêneros previamente monotípicos (TOURINHO, 2007).

Atualmente, uma das áreas melhor estudadas da região neotropical e mais intensamente amostrada na região amazônica consiste na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), localizada ao norte de Manaus, Estado do Amazonas (PITMAN *et al.* 2011; BACCARO *et al.* 2008; ADIS *et al.* 2002), pois tem sido alvo de pesquisas em biodiversidade desde sua criação (BACCARO *et al.* 2008). Embora bastante conhecida para outros grupos, esta reserva ainda é mal amostrada para a maioria dos grupos de aracnídeos. Para a ordem opiliones, desde 1975, apenas nove espécies descritas são conhecidas para o local, distribuídas em oito gêneros e seis famílias (ADIS *et al.* 2002; PINTO-DA-ROCHA, 2004), resultando de amostras não padronizadas.

Assim, este trabalho teve como objetivo realizar o primeiro inventário de opiliões para a região próxima à Manaus e elaborar uma lista de espécies com ocorrência na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, localizada ao norte do município. Por fazer parte de um estudo ecológico padronizado, os dados aqui obtidos permitirão também futuras comparações com outras áreas de coleta, podendo contribuir acerca de inferências ecológicas importantes, como o padrão de distribuição destas espécies, ainda pouco conhecidos no bioma em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e caracterização do ambiente

A área de estudo compreende uma porção de floresta primária de terra firme, situada no Km 38 da BR 174 (02° 39' 41.4" S; 60° 07' 57.5" W) e pertencente à Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (**Figura 1**).

Florestas de terra firme são áreas que não inundam sazonalmente e incluem diversos tipos de habitats, de acordo com seu relevo e tipo de solo: platô, vertente, campinarana e baixio (RIBEIRO *et al.* 1999). O platô consiste em regiões com solos argilosos e pobres em nutrientes, localizados nas áreas mais elevadas; as vertentes ocorrem na transição entre platô e baixio, sendo mais semelhantes às características da floresta de platô em termos de comunidade vegetal; os baixios são terrenos geralmente associados a igarapés, onde o solo é arenoso, muito úmido e por vezes encharcado na época das chuvas; por fim, as campinaranas possuem solo arenoso e grande volume de serapilheira, ocorrendo em planícies próximas a igarapés (HOPKINS 2005). A área amostrada compreende todos os ambientes acima citados, apesar de sua variação na altitude ser pequena, entre 40 e 130 metros.

Desenho experimental

A Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FEX-UFAM) conta com uma grade de pesquisas instalada do Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio (<http://ppbio.inpa.gov.br/>), cuja finalidade consiste na integração de dados das diversas áreas de conhecimento, bem na geração e disseminação de informações sobre biodiversidade. Trata-se de um sítio de coleta padronizado, gerando informações como um sítio de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração – PELD, cujos metadados e dados são disponibilizados periodicamente à comunidade científica e à sociedade.

Tal área conta com 24 km² de trilhas instaladas, sendo quatro no sentido Leste-Oeste e nove no sentido Norte-Sul. A cada 1Km, distância que garante a independência dos dados, encontra-se instalada uma parcela permanente de pesquisas, com 250 metros de comprimento seguindo a curva de nível, evitando,

assim, variações edáficas e topográficas. Esta conformação permite uma padronização na coleta de dados por diferentes pesquisadores de diferentes áreas, possibilitando sua comparação.

Esta grade do PPBio (**Figura 1**) conta com 41 parcelas permanentes instaladas, sendo que em apenas uma delas não foi possível realizar a amostragem. A unidade amostral do presente estudo foi um conjunto de quatro transectos de 30 x 5 metros, distando entre cinco e 10 metros entre si, inseridos na parcela principal. Cada transecto foi instalado seguindo a linha principal da parcela.

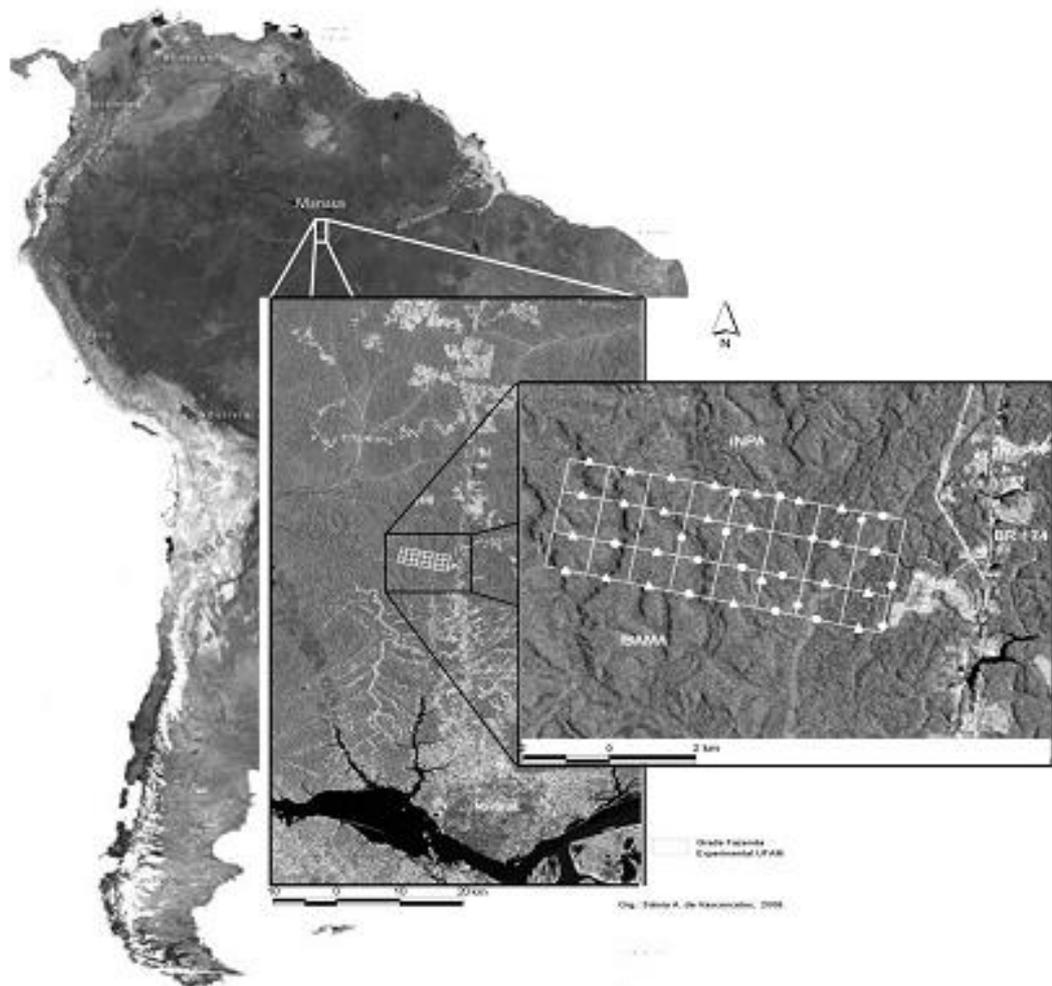


Figura 1 – Localização da grade de trilhas do PPBio da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas. Os círculos representam parcelas ripárias e os triângulos representam parcelas não ripárias. (Fonte: AHUMADA 2010).

Coleta de Dados

As coletas biológicas deste estudo foram realizadas sob autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA – num. 21825-1. As expedições de campo variaram de dois a 14 dias cada, entre os meses de abril e outubro de 2010. Para pesquisar a comunidade de opiliões na área de estudo foram empregados os seguintes métodos de coleta sugeridos por Pinto-da-Rocha e Bonaldo (2006), os quais são mais efetivos para a região:

Batedores de Vegetação (BV): para esta coleta diurna foram escolhidos, ao longo de cada transecto, 20 arbustos de até três metros de altura; cada um destes foi golpeado até 20 vezes com um bastão de madeira. Uma armação de madeira, com 1 m² de tecido branco, foi utilizada para segurar os opiliões que caíam, os quais foram coletados manualmente e depositados em álcool 92%. Coleta Manual de Liteira (CML): foram coletadas durante o dia duas amostras por transecto, sendo que toda a liteira presente em 1m² foi recolhida em um saco plástico e revisada em seguida sobre uma bandeja branca, a fim de facilitar a coleta de opiliões presentes na serapilheira. Os opiliões encontrados foram capturados com auxílio de pincel e colocados em potes com álcool 92%. Busca Visual Noturna (BVN): ocorreu entre 19h00 e 2h00 horas. Foi determinado o período de uma hora para busca ativa com auxílio de lanterna de cabeça em cada transecto; foram revistados lugares como bases de palmeiras e de árvores com raízes expostas, troncos ocos, dentro de cavidades e outros possíveis abrigos para opiliões até a altura de dois metros. Todos os indivíduos encontrados ao longo do transecto foram coletados manualmente ou com auxílio de pinças e acondicionados em potes contendo álcool 92%. Coletas Ocasiais (CO): outras amostragens eventuais não padronizadas, geralmente manuais e no período noturno, foram incluídas nessa categoria.

A combinação dos três métodos acima permite uma exploração dos diversos ambientes utilizados pelos opiliões (serapilheira, arbustos de subbosque e substratos em geral, até uma altura de dois metros) em um tempo otimizado de coleta, pois admite coletas diurnas e noturnas (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO 2006). Além disso, como método de investigar a fauna de serapilheira, estes autores recomendam a utilização da coleta manual de liteira, utilizada no presente estudo,

que envolve um menor esforço físico e um menor espaço de tempo de coleta, amostrando de forma eficiente a mesma fauna encontrada em pitfall e Winckler.

Triagem, identificação e preservação do material

Os exemplares foram fotografados, identificados, organizados e tombados na coleção de aracnídeos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). O tombamento foi realizado em uma base de dados através do programa de gerenciamento de coleções Specify Biodiversity Collection Software versão 6.0, disponível no endereço eletrônico <<http://www.specifysoftware.org/Specify>>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeitos de identificação, foram considerados apenas os indivíduos adultos neste trabalho. Foram coletados na FEX-UFAM 1.069 opiliões, representados por 28 espécies e morfoespécies, distribuídos em pelo menos 22 gêneros e 13 famílias. Sclerosomatidae e Cosmetidae foram as famílias com maior amplitude de distribuição na área estudada e as mais abundantes, representando 35,7% e 32,8% do total de espécies registradas. A família Stygnidae apresentou a maior riqueza, com cinco espécies, seguida por Manaosbiidae e Sclerosomatidae, ambas com quatro espécies cada (**Tabela I**). Do total de morfoespécies encontradas, oito já são espécies descritas, sendo estas anteriormente conhecidas para a região amazônica (TOURINHO, 2007; BENAVIDES; GIRIBET, 2007; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; ADIS *et al.* 2002; PINTO-DA-ROCHA, 1994). Cabe ressaltar que a denominação utilizada para as morfoespécies foram padronizadas de acordo com outros exemplares de opiliões já existentes na coleção de aracnídeos do INPA.

As três subordens registradas para o local de estudo, Cyphophthalmi, Eupnoi e Laniatores, se encontram listados na **Tabela I**. A distribuição de espécies ao longo da grade do PPBio da FEX-UFAM encontra-se ilustrada nas **Figuras 2 a 27**; entretanto, os mapas não indicam abundância, correspondem somente à presença ou ausência de cada espécie em determinada parcela.

Tabela I – Lista das espécies de opiliões coletados na Fazenda Experimental da UFAM no município de Manaus, AM. Total – Número total de indivíduos; CO – Coletas Ocasionais; BVN – Busca Visual Noturna; CML – Coleta Manual de Liteira; BV – Batedor de Vegetação.

Espécies	CO	BVN	CML	BV	Total
CYPHOPHTALMI – NEOGOVEIDAE					
<i>Metagovea oviformis</i> Martens, 1969	0	0	2	0	2
EUPNOI – SCLEROSOMATIDAE					
<i>Prionostemma</i> sp.1	0	92	0	0	92
Gênero 1 sp.1	0	41	0	0	41
Gênero 1 sp.2	0	158	3	15	176
Gênero 2 sp.1	0	67	1	0	68
LANIATORES – AGORISTENIDAE					
Gênero 1. sp.1	0	6	0	0	6
LANIATORES – BIANIIDAE					
Gênero 1 sp.1	0	0	20	0	20
LANIATORES – COSMETIDAE					
<i>Cynorta</i> sp.3	1	0	0	0	1
Gênero 3 sp.1	0	95	0	0	95
<i>Eucynortella duapunctata</i> Goodnight & Goodnight, 1943	0	244	6	0	250
LANIATORES – CRANAIDAE					
<i>Phareicranaus manauara</i> Pinto-da-Rocha e Bonaldo, 2011	0	57	0	0	57
LANIATORES – FISSIPHALLIIDAE					
<i>Fissiphallius martensi</i> Pinto-da Rocha, 2004	0	2	0	0	2
<i>Fissiphallius</i> sp.1	0	0	0	12	12
LANIATORES – GONYLEPTIDAE					
<i>Discocyrtus</i> sp.1	0	1	0	0	1
LANIATORES – KIMULIDAE					
Gênero 1 sp.1	0	0	2	0	2
LANIATORES – MANAOSBIIDAE					
<i>Saramacia lucasae</i> Jim & Soares, 1991	0	37	0	0	37
<i>Manaosbia</i> sp. 1	0	22	0	0	22
<i>Mecritta</i> sp. 1	0	27	0	0	27
Gênero 1 sp.1	0	19	0	0	19
LANIATORES – SAMOIDAE					
Gênero 1 sp.1	0	0	0	4	4
LANIATORES – STYGNIDAE					
<i>Stygnus simplex</i> Roewer, 1943	0	37	0	0	37
<i>Stygnus pectinipes</i> Roewer, 1943	0	12	3	0	15
<i>Protimesius longipalpis</i> Roewer, 1943	0	18	0	0	18
<i>Auranus</i> sp.1	0	1	0	0	1

<i>Auranus</i> sp.2	0	0	10	0	10
LANIATORES – ZALMOXIDAE					
Zalmoxidae sp.1	0	1	14	0	15
Zalmoxidae sp.2	0	4	0	6	10
Zalmoxidae sp.3	0	17	4	0	21
Total	1	966	65	37	1069

Subordem CYPHOPHTHALMI Simon, 1879

Infraordem Tropicophthalmi Shear, 1980

Superfamília Ogoveoidea Shear, 1980

Neogoveidae Shear, 1980

A subordem Cyphophthalmi apresenta aproximadamente 168 espécies descritas para o mundo, formando um grupo constituído pelos menores opiliões conhecidos (GIRIBET, 2000; GIRIBET; BOYER, 2002; PINTO-DA-ROCHA; GIRIBET, 2007) A família Neogoveidae encontra-se distribuída nas regiões tropicais da América do Sul e da África (GIRIBET, 2000; GIRIBET; KURY, 2007) e possui espécies descritas para os Estados do Amazonas, em localidades próximas à Manaus, do Pará e Amapá (GIRIBET, 2000; BONALDO *et al.* 2007).

Os representantes desse grupo possuem um elevado grau de endemismo, reflexo de seu tamanho reduzido e baixa capacidade de dispersão, podendo ser também resultado de amostragens falhas, visto que constituem uma parcela importante da fauna de solo (GIRIBET, 2000). A baixa representatividade deste grupo é comum em trabalhos na Amazônia, sendo este grupo pouco conhecido e pouco amostrado na região (BONALDO *et al.* 2007). No presente estudo foram encontrados apenas dois indivíduos do gênero *Metagovea*, ambos em uma coleta manual de liteira da mesma amostra.

Neogoveidae, *Metagovea oviformis* Martens, 1969

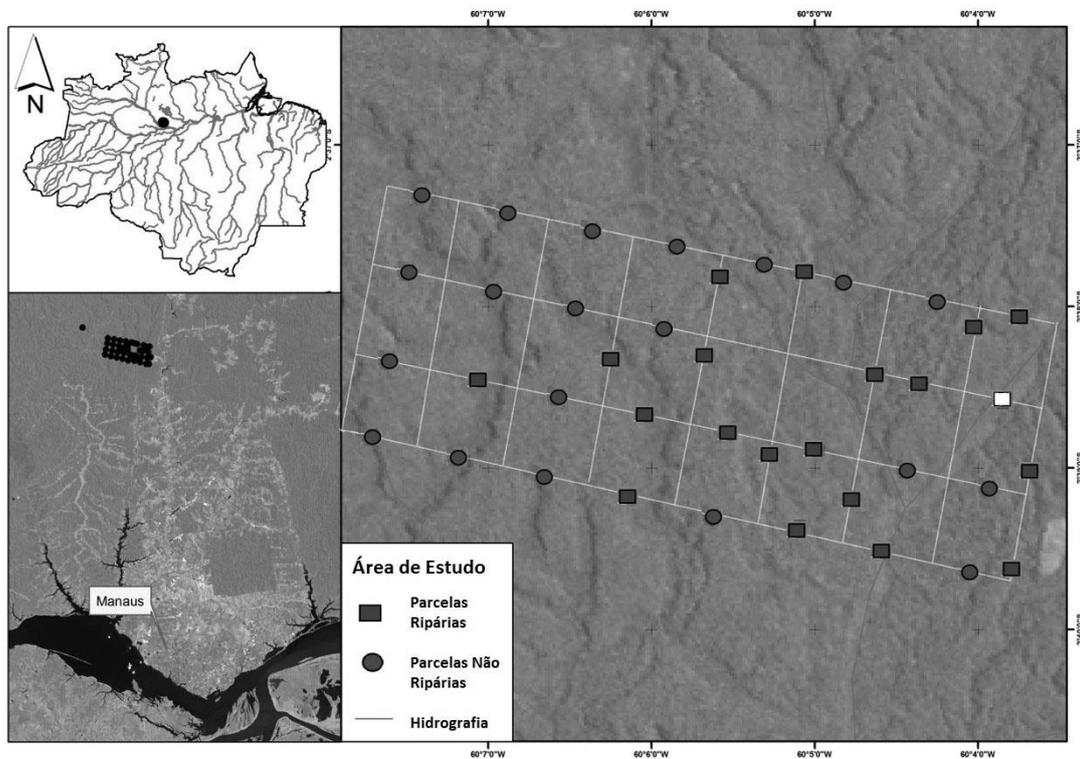


Figura 2 – Distribuição de *Metagovea oviformis* Martens, 1969 na grade do PPPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Subordem EUPNOI Hansen & Sorensen, 1904

Sclerosomatidae Simon, 1879

Com cerca de 1300 espécies distribuídas pelo mundo, Sclerosomatidae constitui a maior família da ordem Opiliones (COKENDOLPHER *et al.* 2007). A subfamília Gagrellinae encontra-se diversificada nas regiões tropicais, sendo registradas cerca de 960 espécies (TOURINHO; KURY, 2001). Seus representantes encontram-se amplamente distribuídos em áreas florestais, apresentam atividade diurna e noturna e ocupam uma ampla gama de habitats, podendo ser facilmente observados, principalmente à noite, sob a serapilheira, sob troncos e raízes e na vegetação em geral (BONALDO *et al.* 2007).

Notou-se durante as coletas de campo que os indivíduos dessas espécies eram mais constantemente observados em áreas de vegetação mais aberta e que

iniciavam seu período de atividade antes dos representantes da subordem Laniatores. Para a morfoespécie Gênero 1 sp.n.2, quase metade de sua abundância (47,7%) foi registrada em apenas 10 parcelas ripárias que seguiam o leito de pequenos igarapés, sugerindo uma possível relação com habitats específicos de ambientes mais úmidos.

Neste inventário, foram registradas quatro espécies de Gagrellinae.

Sclerosomatidae *Prionostema* sp.n.1

Sclerosomatidae Gênero 1 sp.n.1

Sclerosomatidae Gênero 1 sp.n.2

Sclerosomatidae Gênero 2 sp.n.1

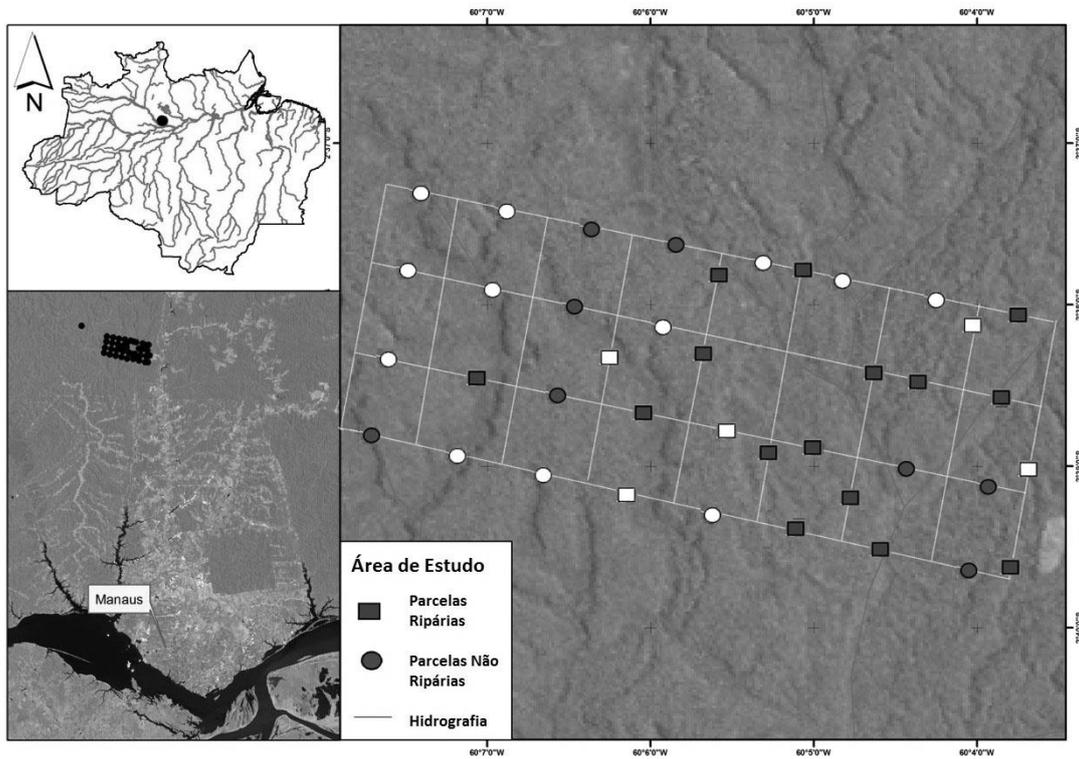


Figura 3 – Distribuição de *Sclerosomatidae Gen.1 sp.n.1* na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

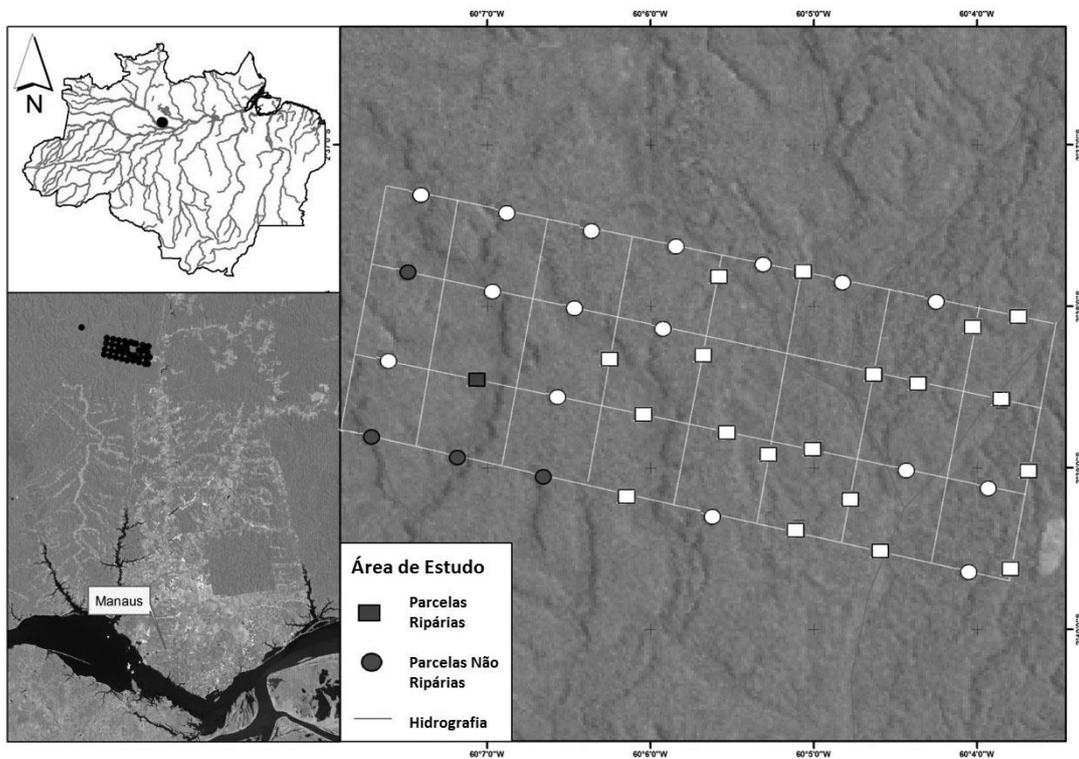


Figura 4 – Distribuição de *Sclerosomatidae Gen1 sp.n.2* na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

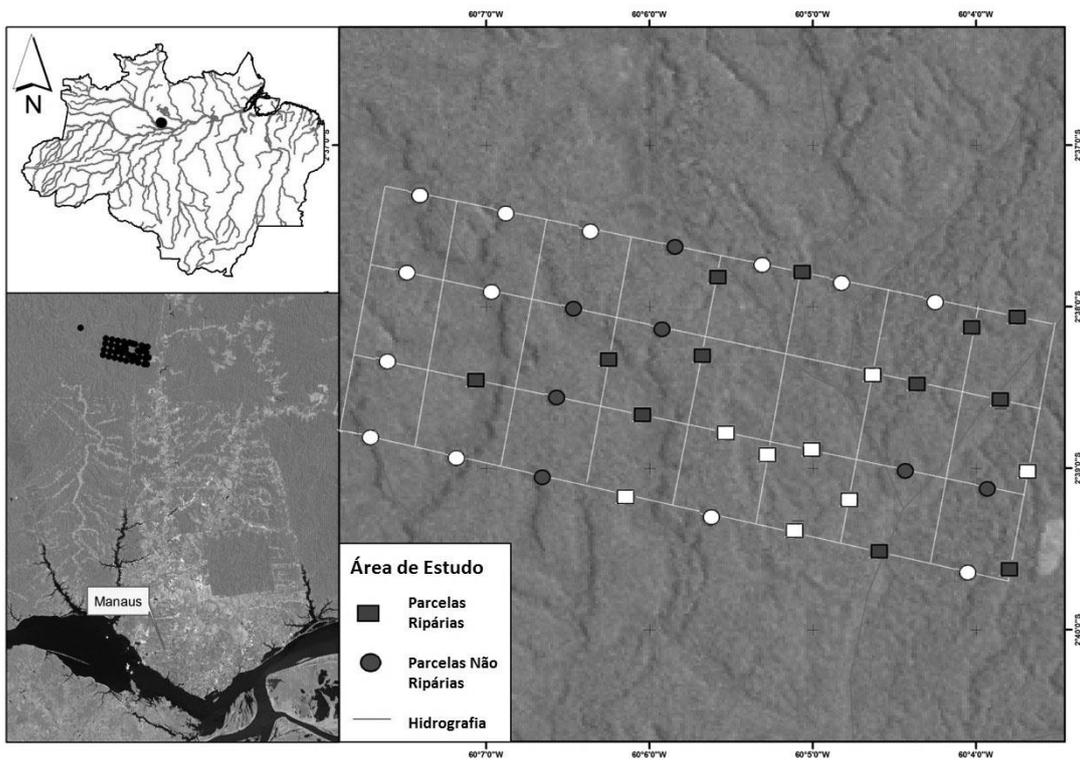


Figura 5 – Distribuição de *Sclerosomatidae* Gen.2 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

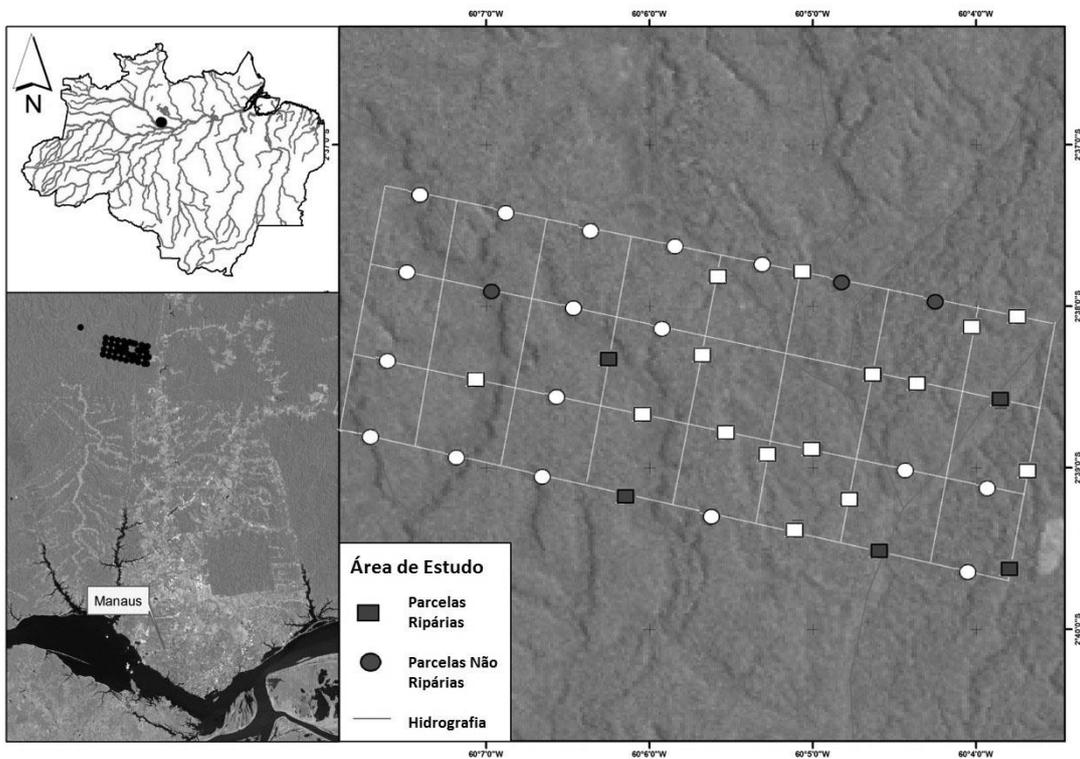


Figura 6 – Distribuição de *Prionostema* sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Subordem LANIATORES Thorell, 1876

Cerca de 63% da diversidade conhecida de opiliões pertence à subordem Laniatores, a qual apresenta 4.159 espécies descritas para o mundo (KURY, 2012). No caso da Amazônia brasileira, este grupo ainda encontra-se mal amostrado, sendo as famílias mais abundantes conhecidas para este bioma Manaosbiidae, Cosmetidae e Cranidae (KURY, 2003).

Agoristenidae Silhavý, 1973

Esta família encontra-se distribuída na América Central e na América do Sul (PINTO-DA-ROCHA; GIRIBET, 2007), sendo estudada principalmente na Venezuela e América Central (GONZÁLEZ-SPONGA, 1987). Trata-se do primeiro registro desta família para a Amazônia Central.

Agoristenidae Gen1 sp.n.1

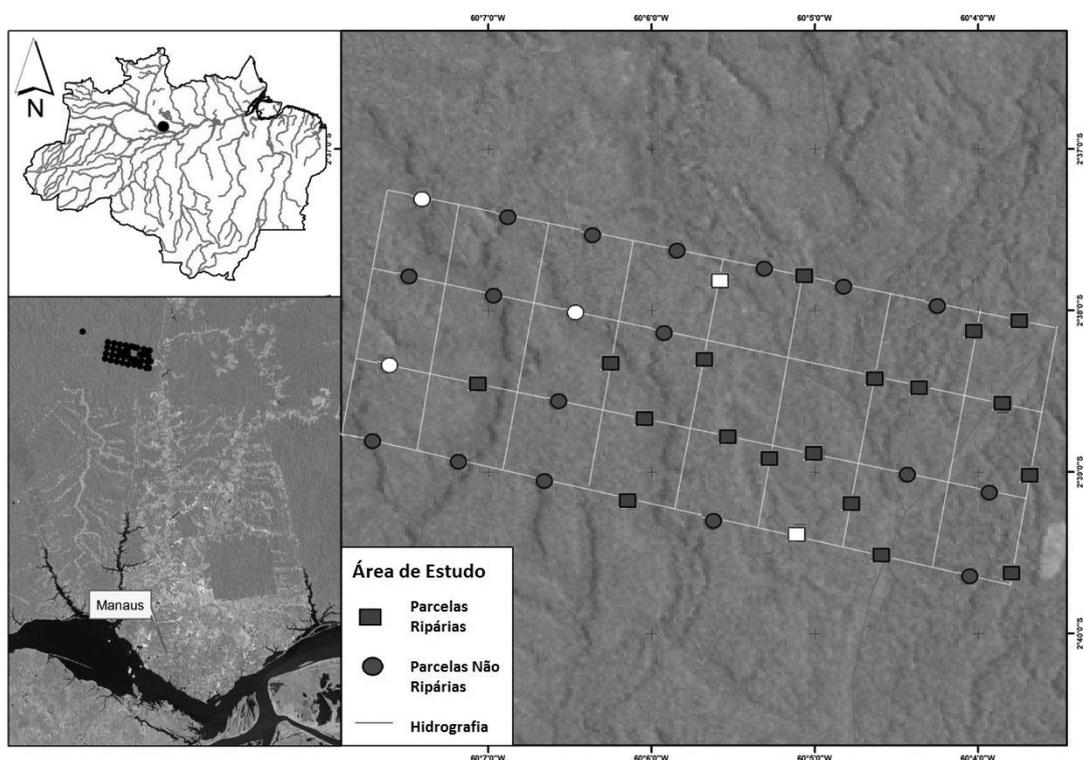


Figura 7 – Distribuição de Agoristenidae Gen.1 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Biantidae Thorell, 1889

Trata-se de uma família cuja maior representatividade encontra-se no sudeste asiático e na África; Stenostygninae, a única subfamília com poucos representantes sul-americanos, tem sua distribuição conhecida apenas para o norte da América do Sul, com seu pico de diversidade em Cuba, Jamaica, Hispaniola e Porto Rico (KURY; PÉREZ-GONZÁLEZ, 2007).

O primeiro registro da família para o Brasil ocorreu quando *Stenostygnus pusio* Simon 1879, descrito baseado em uma fêmea coletada em Tefé-AM, foi transferido de Stygnidae para Biantidae (PINTO-DA-ROCHA, 1995). No presente trabalho foi coletada apenas uma morfoespécie da subfamília Stenostygninae, cujo gênero difere da espécie anteriormente registrada para o Amazonas, sendo, portanto, possivelmente uma espécie não-descrita.

Biantidae, Gen. 1 sp.n.1

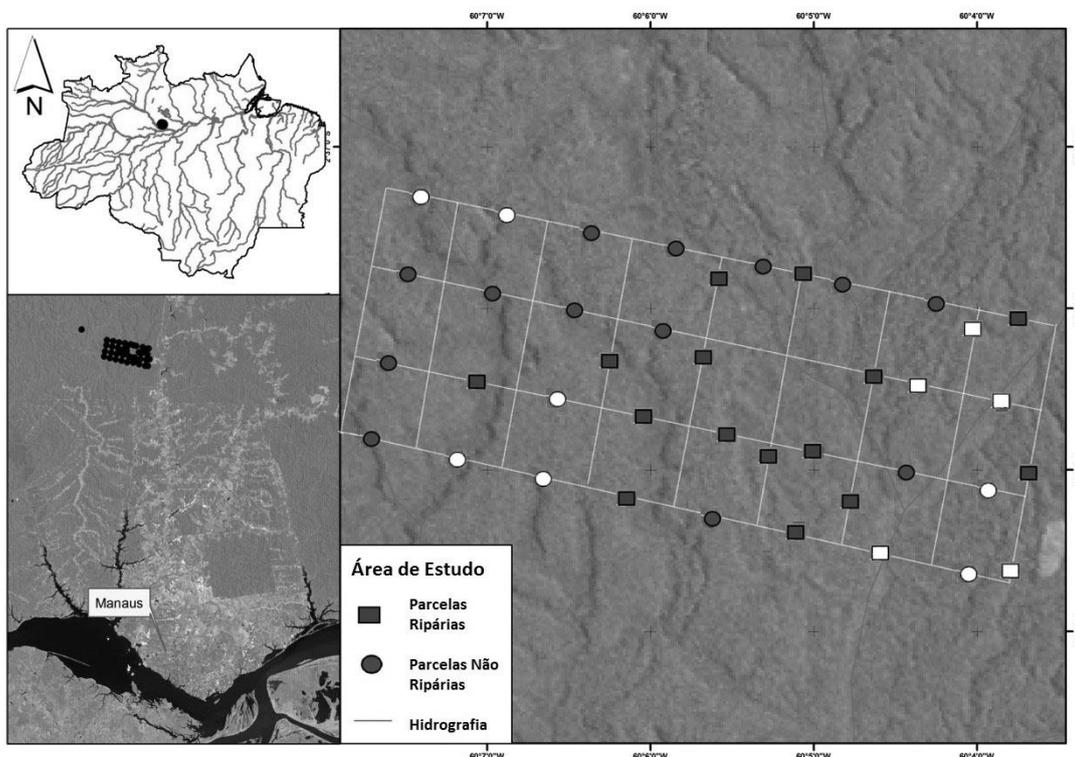


Figura 8 – Distribuição de Biantidae Gen.1 sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Cosmetidae Koch, 1839

Trata-se de uma família endêmica do Novo Mundo. Em regiões do norte da América do Sul, América Central e México somente esta família chega a representar um terço dos opiliões conhecidos (KURY; PINTO-DA-ROCHA, 2007). Entre os laniatores, representa a mais rica e abundante família em florestas amazônicas (KURY *et al.* 2010; TOURINHO, 2007; BONALDO *et al.* 2007; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006), sendo facilmente reconhecida devido à morfologia do pedipalpo, que apresenta o fêmur comprimido em forma de colher (KURY; PINTO-DA-ROCHA, 2007). Sua elevada diversidade acarreta uma necessidade urgente de revisão taxonômica na família, pois muitas espécies morfologicamente semelhantes veem sendo nomeadas erroneamente em virtude de problemas taxonômicos. É o caso de duas das três espécies coletadas neste estudo.

Para *Eucynortella duapunctata*, a espécie mais abundante da área de estudo, várias espécies podem estar sob o mesmo nome, o mesmo ocorrendo para Cosmetidae Gen.3 sp.1, que até há algum tempo, era considerada pertencente ao gênero *Flirtea*.

Apenas um indivíduo de *Cynorta* sp.3 foi coletado ocasionalmente durante a primeira expedição e não foram observados indivíduos dessa espécie em nenhuma outra atividade de campo realizada na área amostrada. O único indivíduo encontrado estava sobre a blusa de um dos coletores e foi registrado logo após a travessia de uma área com resquícios de pastagem, totalmente aberta. Assim, inferiu-se que esta espécie possa ter caído na blusa ainda dentro da floresta, mas possivelmente nas proximidades da borda da mata, onde não houve nenhuma coleta padronizada. Este espécime não teve, portanto, sua distribuição localizada em mapa.

Em uma nova expedição realizada em fevereiro de 2011, foram visitadas duas áreas de floresta na FEX-UFAM que não pertencem à área amostrada durante o estudo. As coletas noturnas neste caso não foram padronizadas por tempo nem por espaço, apenas visavam registrar a possível ocorrência de *Cynorta* sp3 em áreas de borda ou de floresta mais aberta. Em ambos os pontos, registraram-se indivíduos desta espécie e em menor quantidade representantes de *Eucynortella duapunctata*,

sendo esta uma das espécies mais abundantes em floresta fechada. A área restrita que abrangeu este estudo e a semelhança no tamanho entre essas espécies da mesma família nos permite inferir que elas talvez ocupem o mesmo nicho e que talvez haja uma sobreposição de suas dietas. Estas observações sugerem, portanto, um certo padrão identificado que necessita novos estudos para corretas inferências acerca da distribuição das espécies de opiliões no local.

Cosmetidae *Cynorta* sp.3

Cosmetidae Gen.3 sp.n.1 ("*Flirtea*")

Cosmetidae *Eucynortella duapunctata* Goodnight & Goodnight, 1943

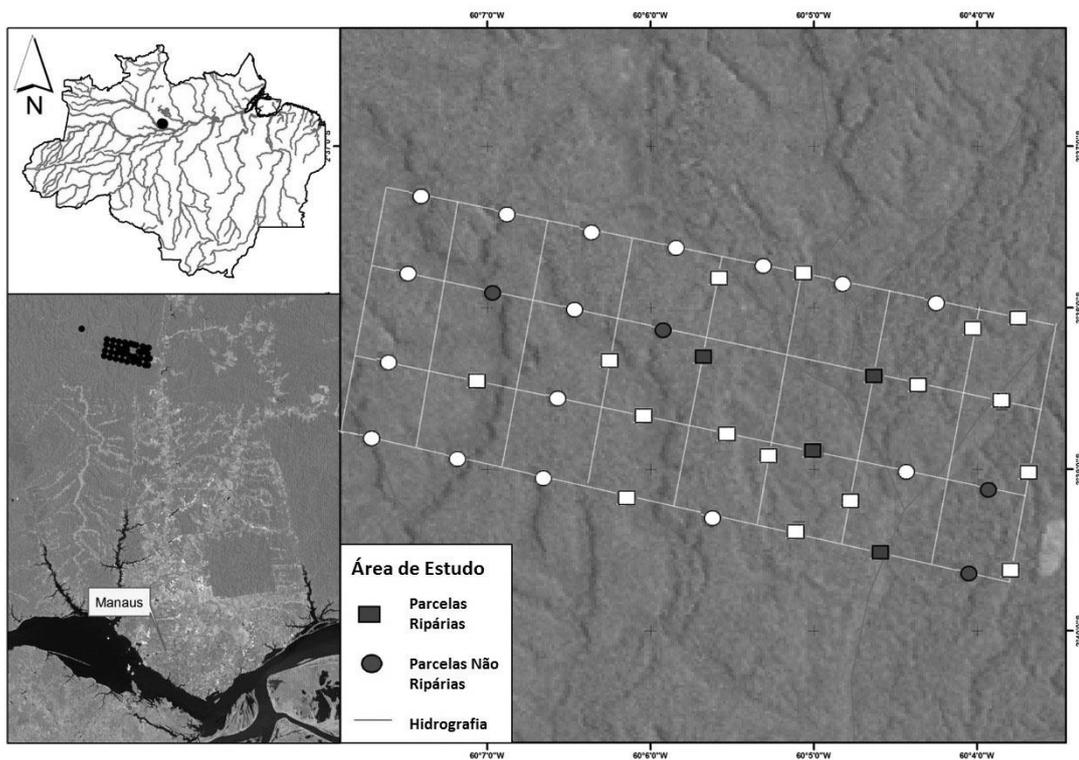


Figura 9 – Distribuição de *Cosmetidae* Gen.3 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

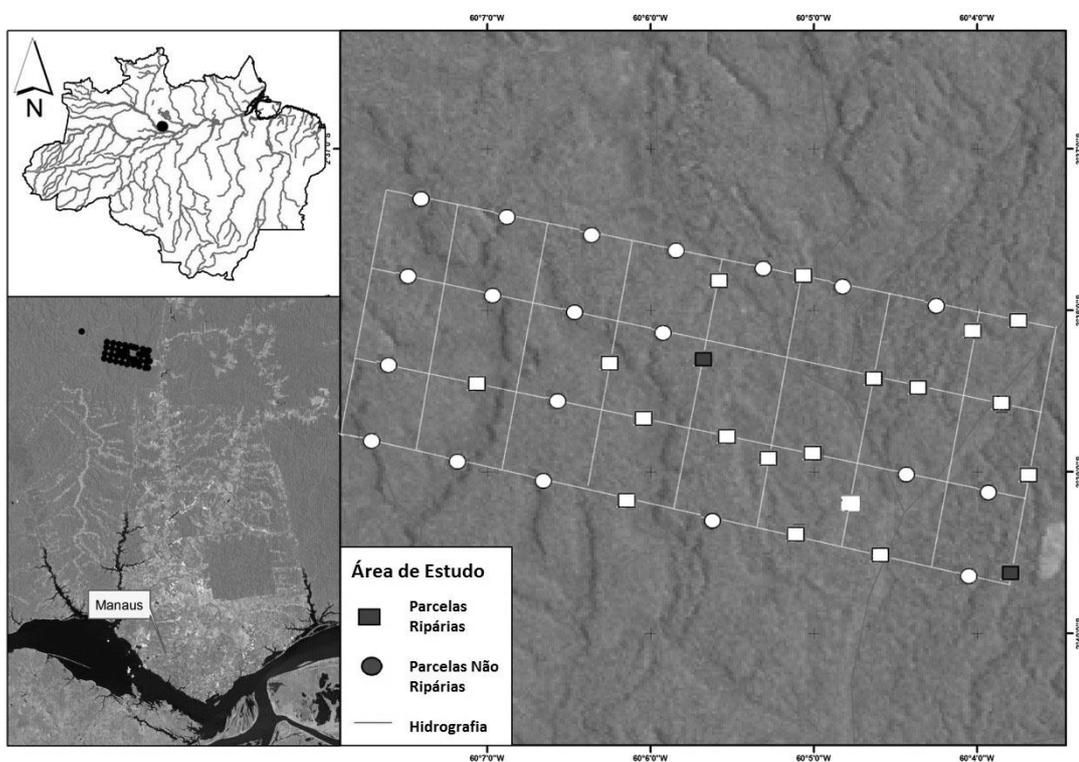
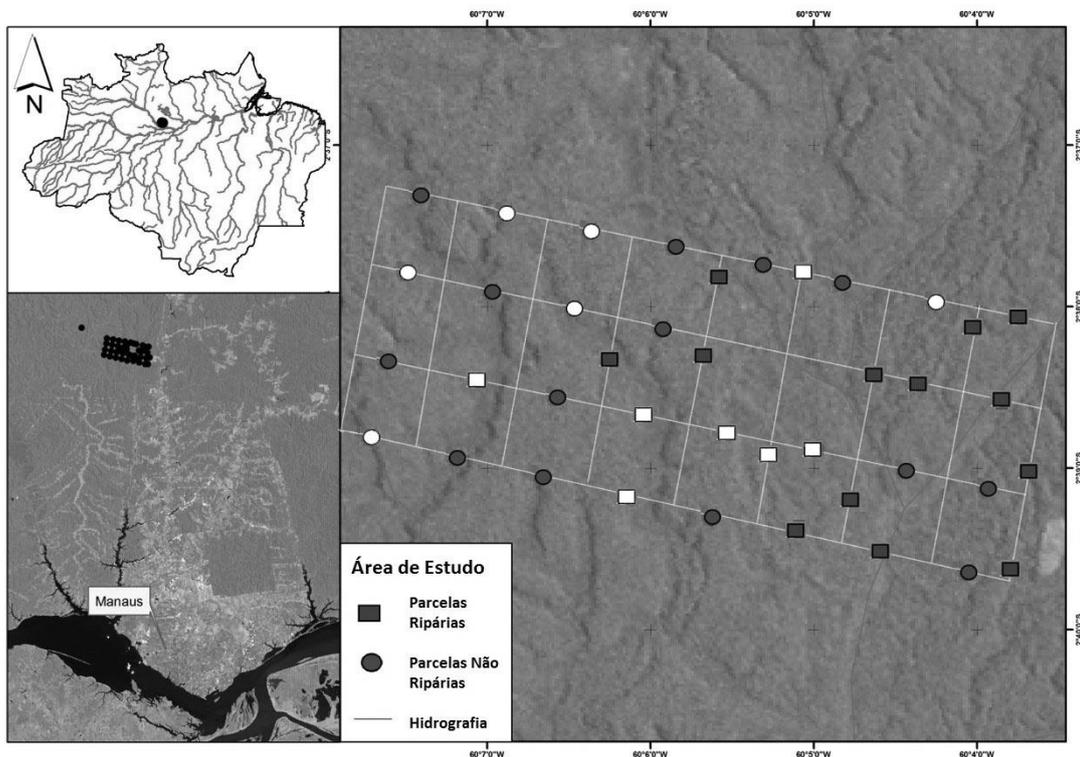


Figura10 – Distribuição de *Eucynortella duapunctata* Goodnight & Goodnight, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Cranidae Roewer, 1913

A família Cranidae incorpora aproximadamente 170 espécies com distribuição exclusivamente Sul-Americana (PINTO-DA-ROCHA; KURY, 2003). Na área de estudo apenas uma espécie pertencente a este grupo foi registrada - *Phareicranaus manauara*. Durante as coletas noturnas, pode-se observar que os indivíduos de *P. manauara* estavam sempre em substratos acima do chão, geralmente palmeiras ou pequenos arbustos, por vezes em grupos, mas nunca em período de atividade, como a maioria dos opiliões coletados nas buscas ativas noturnas. Nenhuma coleta de busca ativa foi realizada em outros horários para verificar se esta espécie possui atividade diurna e estes indivíduos não foram coletados com os demais métodos empregados.



Cranidae, *Phareicranaus manauara* Pinto-da-Rocha & Bonaldo, 2011

Figura 11 – Distribuição de *Phareicranaus manauara* Pinto-da-Rocha e Bonaldo 2011 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Fissiphalliidae Martens, 1988

A família Fissiphalliidae compreende pequenos indivíduos da subordem Laniatores, relacionados com as famílias Guasiinidae e Zalmoxidae (PINTO-DA-ROCHA, 2004). Há registros de espécies pertencentes a esse grupo em regiões montanhosas da Colômbia e na floresta Amazônica (PINTO-DA-ROCHA, 2007). Para coletas recentes na Amazônia brasileira, várias espécies foram descritas, evidenciando que o conhecimento acerca deste grupo encontra-se subestimado (PINTO-DA-ROCHA, 2004; TOURINHO; GONZALEZ, 2006). Este fato ocorre não apenas em função dos estudos estarem geograficamente concentrados próximos aos centros urbanos, mas possivelmente também devido à pouca eficiência de alguns métodos de coleta em função do habitat muito específico desses pequenos opiliões.

Na área de estudo foram encontrados representantes de duas espécies, sendo uma delas ainda não-descrita.

Fissiphalliidae, *Fissiphallius martensi* Pinto-da-Rocha, 2004

Fissiphalliidae, *Fissiphallius* sp.n.1

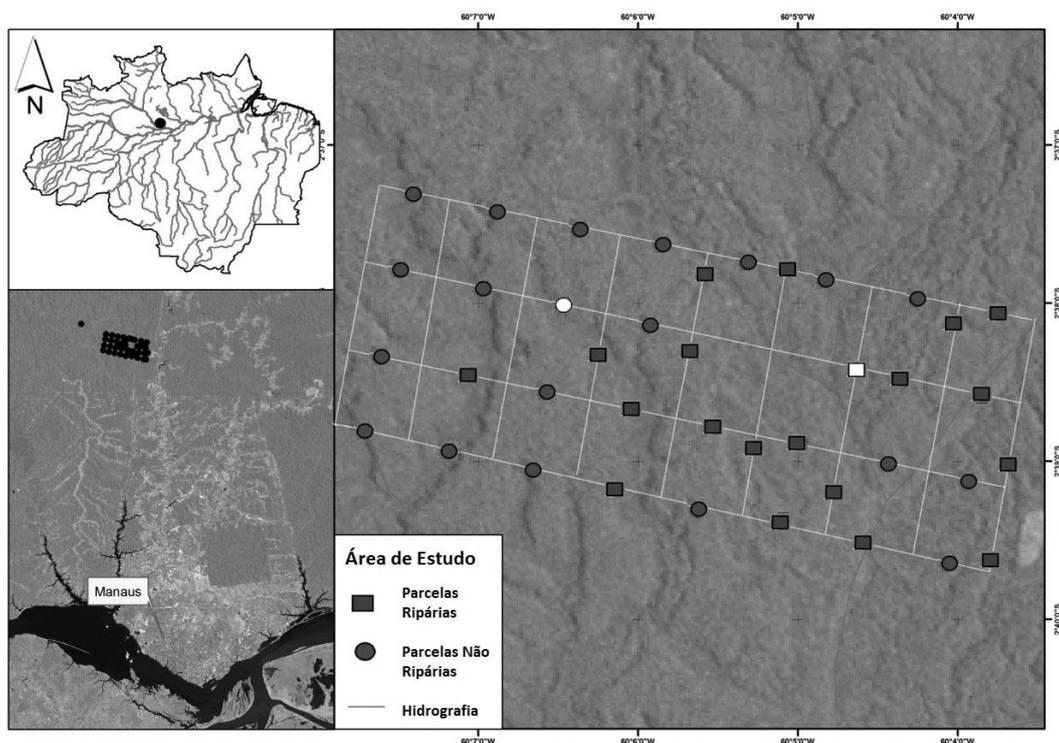


Figura 12 – Distribuição de *Fissiphallius martensi* Pinto-da-Rocha, 2004 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

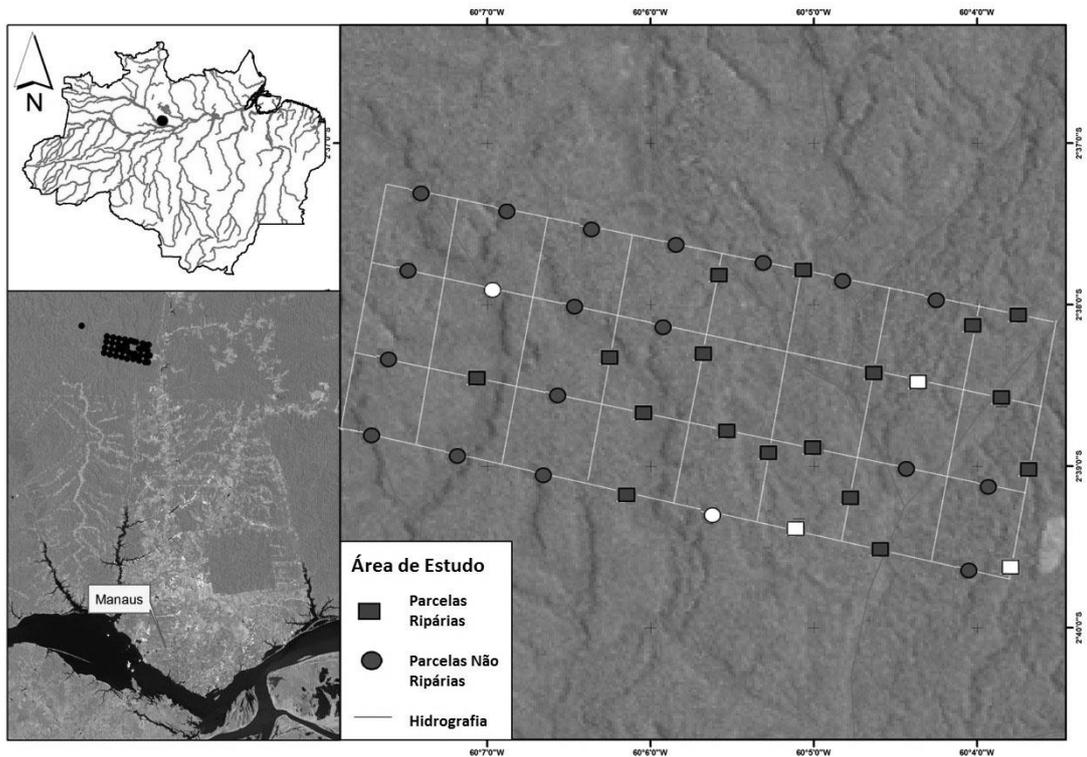


Figura 13 – Distribuição de *Fissiphalius sp.1* na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Gonyleptidade Sundevall, 1833

Trata-se de um dos grupos mais diversos de opiliões, tanto em número de espécies quanto em caracteres morfológicos. Possuem ampla distribuição pela América do Sul, entretanto, são considerados raros para a região amazônica (PINTO-DA-ROCHA; GIRIBET, 2007).

Durante o presente estudo, foi registrado apenas um exemplar pertencente ao gênero *Discocyrtus* em uma coleta noturna, porém, fora da grade do PPBio. Por esta razão, este exemplar encontra-se listado no trabalho, mas não foi possível apresentá-lo em um mapa de distribuição.

Discocyrtus sp.1

Kimulidae Pérez-González, Kury & Alonso-Zarazaga, 2007

Kimulidae é uma família de pequenos laniatores de habitat terrestre, comumente encontrados na serapilheira (PÉREZ-GONZÁLEZ; KURY, 2007a). Este grupo possui representantes conhecidos na Colômbia, Peru, Venezuela e ilhas caribenhas e uma única espécie morfologicamente e geograficamente isolada no nordeste brasileiro (GONZÁLEZ; KURY, 2007a). Seu registro para a Amazônia encontra-se até o momento restrito ao estado do Pará (BONALDO *et al.* 2007; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006).

Neste trabalho foram registrados apenas dois indivíduos da mesma morfoespécie. Trata-se do primeiro registro da família para o Estado do Amazonas, ampliando assim sua distribuição geográfica.

Kimulidae, Gen. 1 sp.n.1

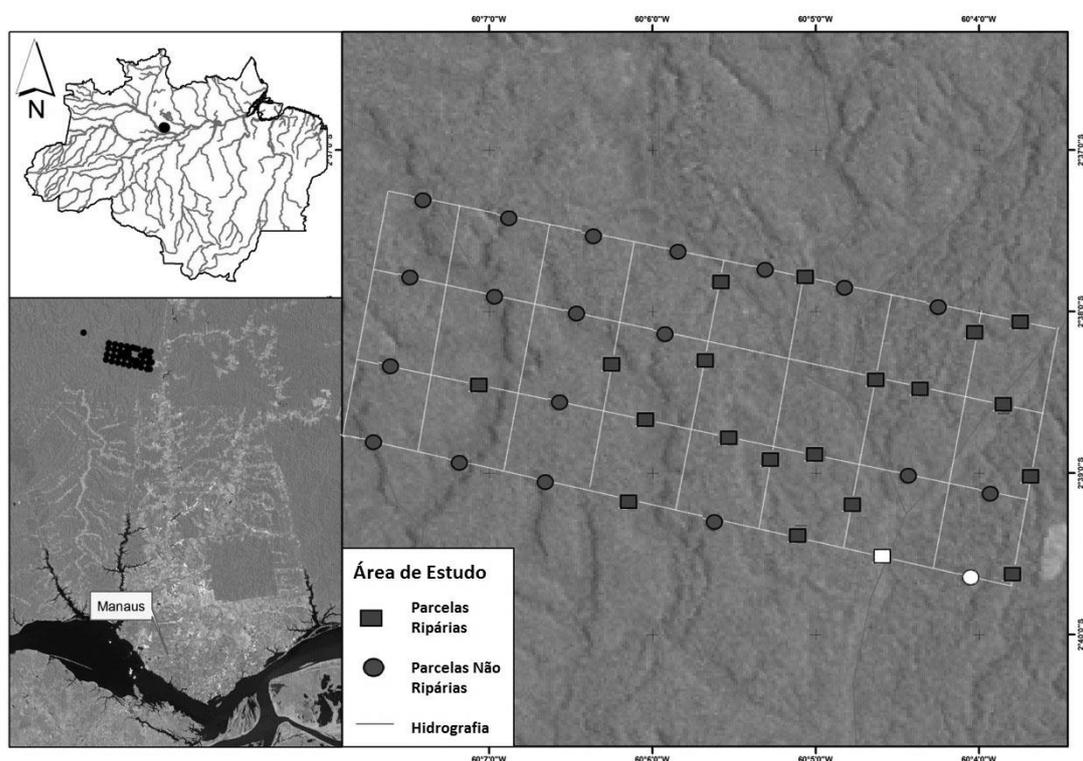


Figura 14 – Distribuição de Kimulidae Gen.1 sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Manaosbiidae Roewer, 1943

Os opiliões pertencentes a esta família são abundantes e diversos, podendo ser encontrados desde o Panamá até as Antilhas Menores, Brasil, Venezuela, Guianas, Colômbia e Equador (KURY, 2007). No Brasil, encontram-se distribuídos nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins (KURY, 1997; KURY *et al.* 2010). Sua verdadeira diversidade e representatividade na Amazônia ainda não são conhecidas, remetendo ao mesmo problema observado na família Cosmetidae: uma carência de revisão taxonômica.

Esta família consistiu em uma das mais ricas presentes na área de estudo, contando com quatro espécies.

Manaosbiidae, *Saramacia lucasae* Jim & Soares, 1991

Manaosbiidae, *Manaosbia* sp.1

Manaosbiidae, *Mecritta* sp.1

Manaosbiidae, Gen.1 sp.n.1

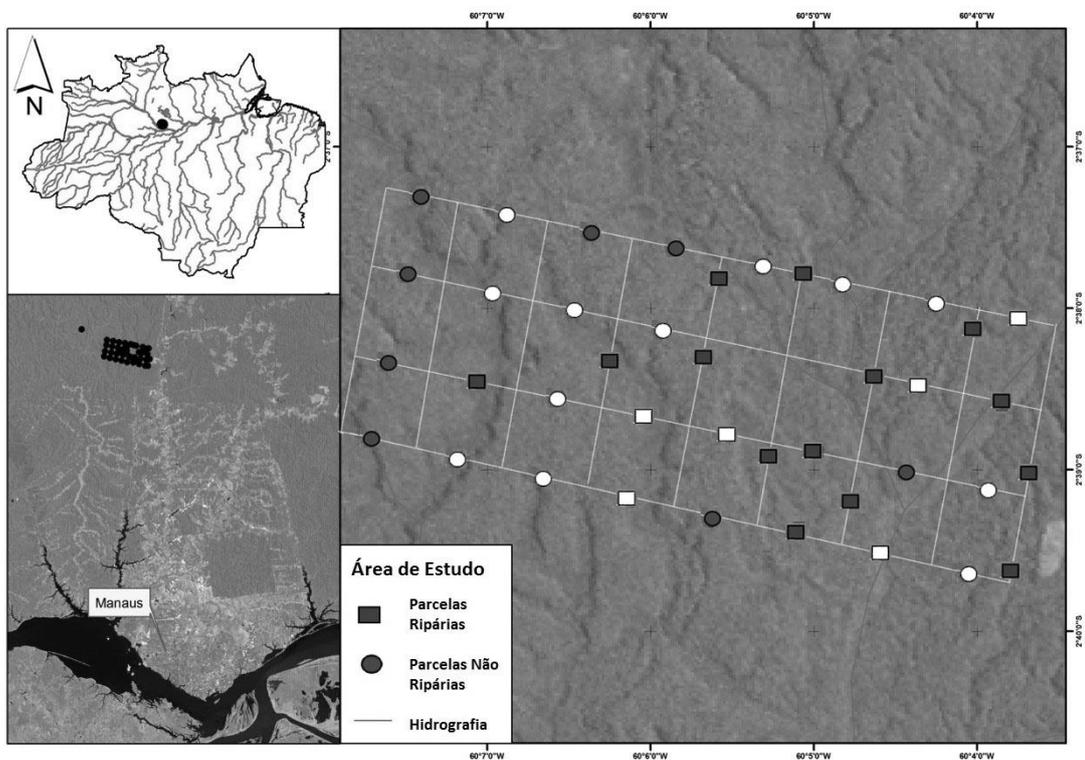


Figura 15 – Distribuição de *Saramacia lucasae* Jim & Soares, 1991 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

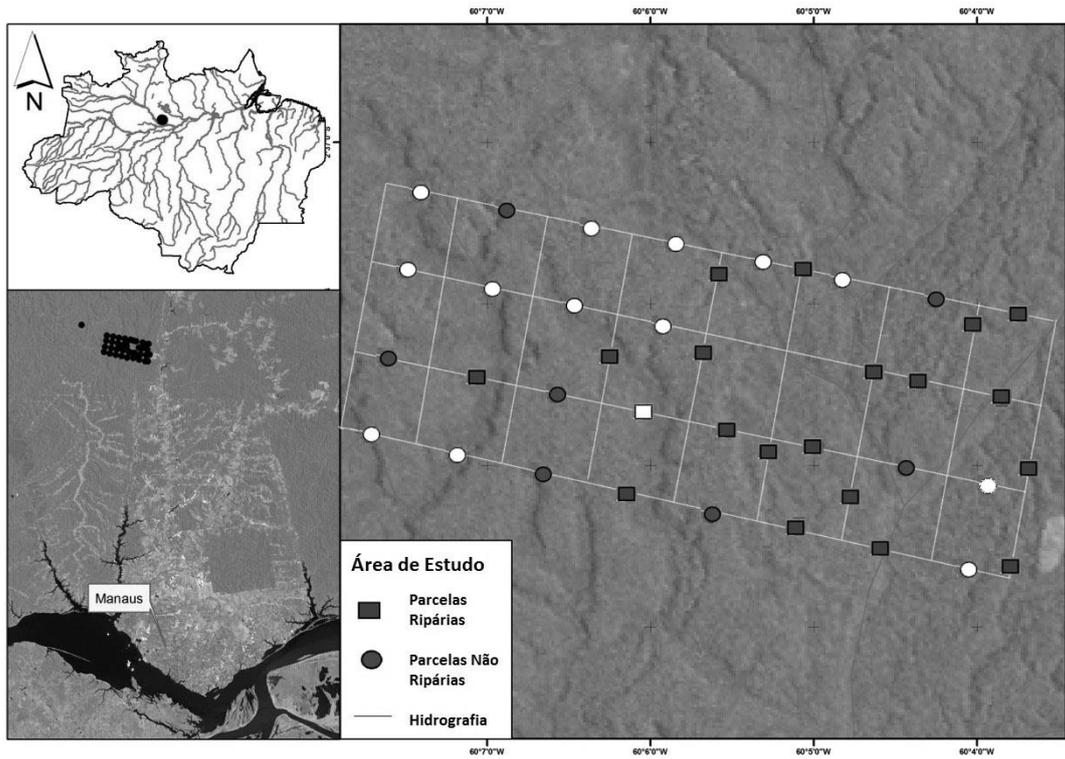


Figura 16 – Distribuição de *Manaosbia* sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

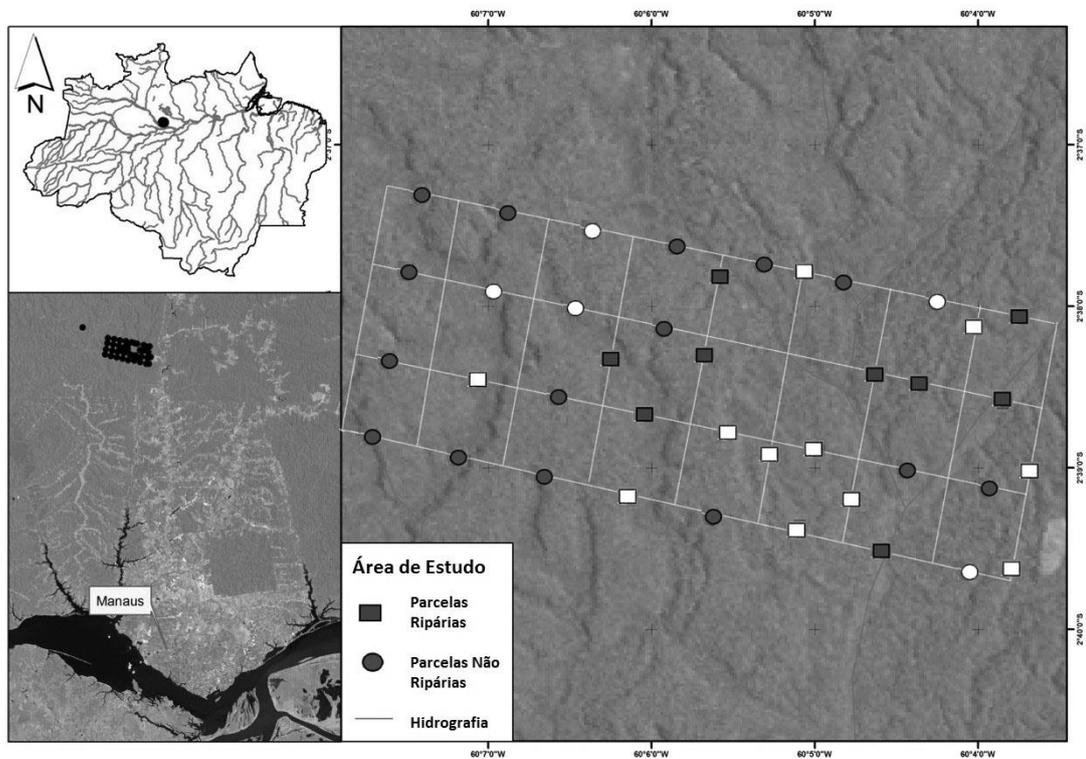


Figura 17 – Distribuição de *Mecritta* sp.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

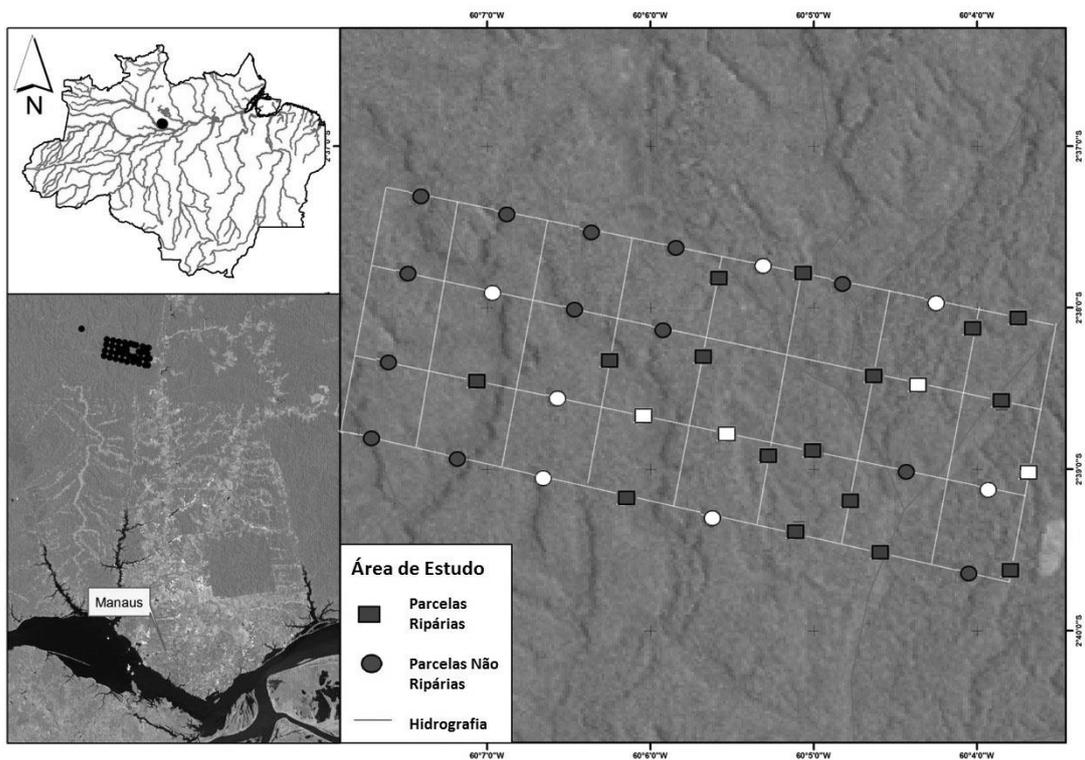


Figura 18 – Distribuição de *Manaosbiidae* Gen.1.sp.n.1 na grade de trilhas da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Samoidae Sorensen, 1886

Esta família constitui um dos grupos menos conhecidos de opiliões, com 10 gêneros e somente 23 espécies descritas (PÉREZ-GONZÁLEZ; KURY, 2005). Sua distribuição mais conhecida abrange ilhas do Caribe, na Polinésia e Melanésia, Austrália, México, Antilhas e Venezuela (PÉREZ-GONZÁLEZ; KURY, 2007b). No Brasil, registros recentes mostram sua ocorrência no Tocantins e no Pará (KURY *et al.* 2010; BONALDO *et al.* 2006). Sua distribuição em escala continental e transoceânica poderá gerar futuras discussões interessantes sob o aspecto biogeográfico (PÉREZ-GONZÁLEZ; KURY, 2005).

Neste trabalho apenas uma morfoespécie foi registrada, consistindo no primeiro registro para o Estado do Amazonas, o que reflete uma ampliação na distribuição geográfica desta família.

Samoidae, Gen. 1 sp.n.1

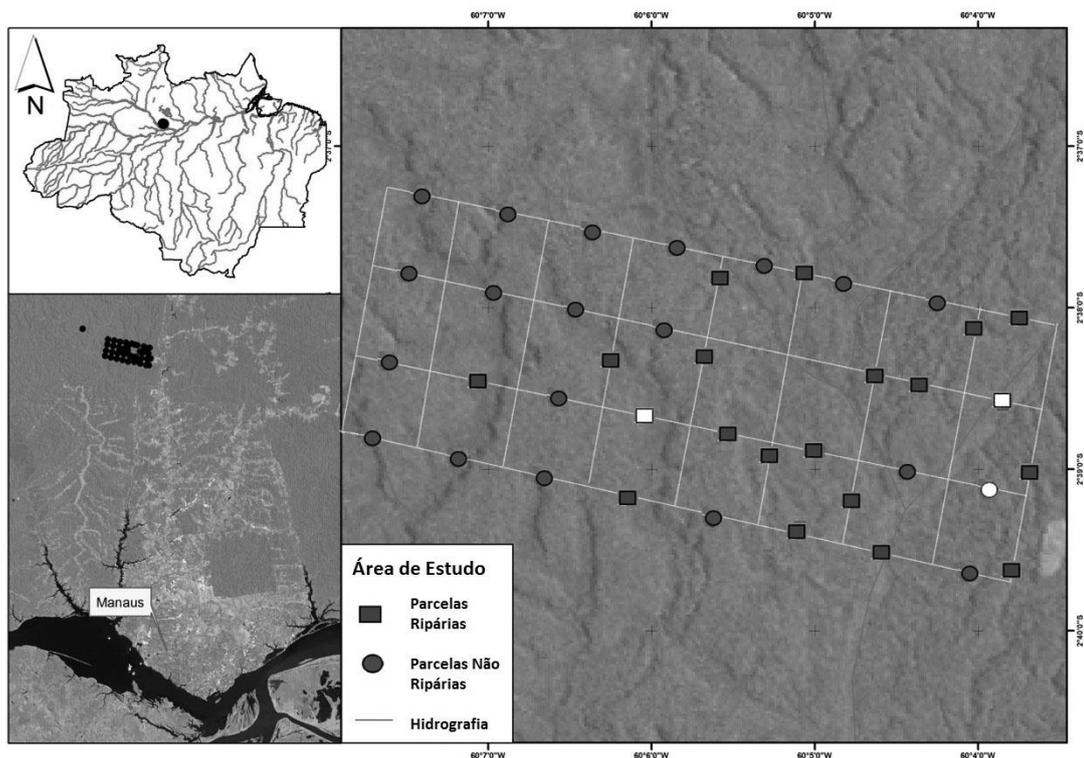


Figura 19 – Distribuição de Samoidae Gen.1.sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Stygnidae Simon, 1879

Estes Laniatores são conhecidos para as Antilhas Menores e América do Sul até o Trópico de Capricórnio, com exceção do Chile e Paraguai (PINTO-DA-ROCHA, 1997), apresentando seu pico de diversidade na Floresta Amazônica (PINTO-DA-ROCHA, 2007). A família foi revisada por Pinto-da-Rocha (1997), contando atualmente com 26 gêneros e 73 espécies descritas. Pelo menos metade das espécies conhecidas de Stygnidae é proveniente de material tipo, sendo assim escasso o conhecimento sobre sua distribuição geográfica (PINTO-DA-ROCHA, 2007).

Este trabalho registrou a maior riqueza dentro desta família, compreendendo três gêneros e cinco espécies, das quais duas já haviam sido anteriormente identificadas para a região de Manaus, provenientes de um estudo realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke: *Protimesius longipalpis* e *Stygnus pectinipes* (ADIS *et al.* 2002).

Stygnidae, *Stygnus pectinipes* Roewer, 1943

Stygnidae, *Stygnus simplex* Roewer, 1943

Stygnidae, *Protimesius longipalpis* Roewer, 1943

Stygnidae, *Auranus hoeferscovitorum* Pinto-da-Rocha, 1997

Stygnidae, *Auranus* sp.2

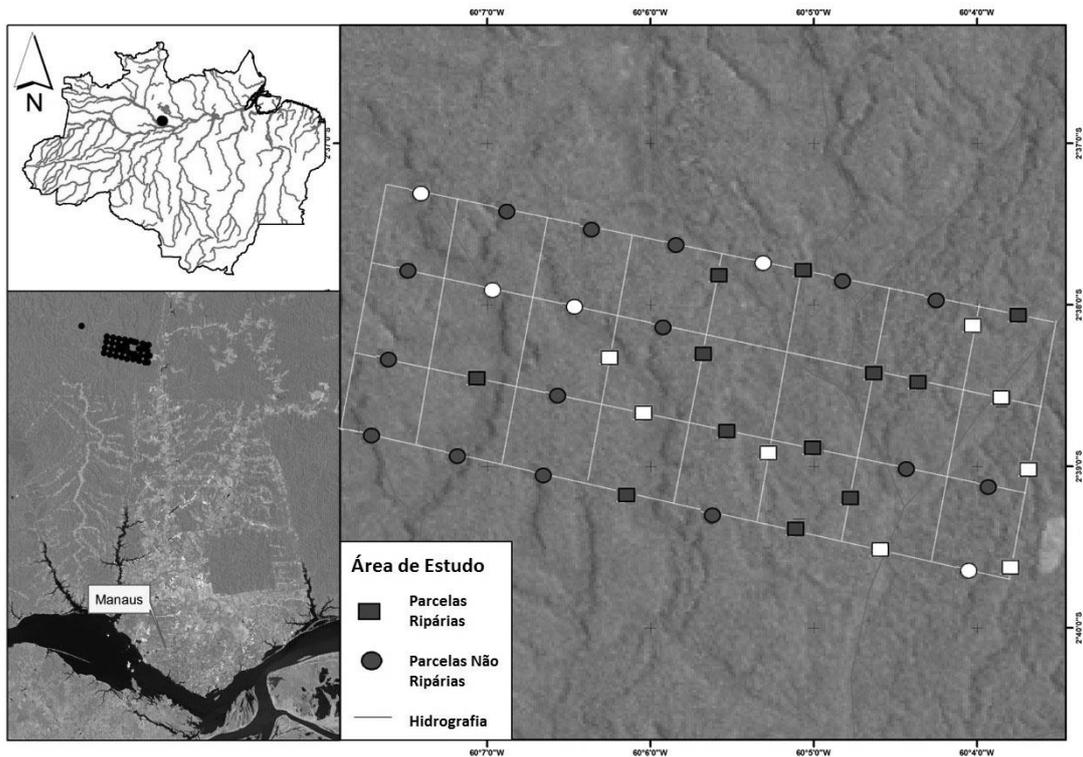


Figura 20 – Distribuição de *Stygnus pectinipes* Roewer, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

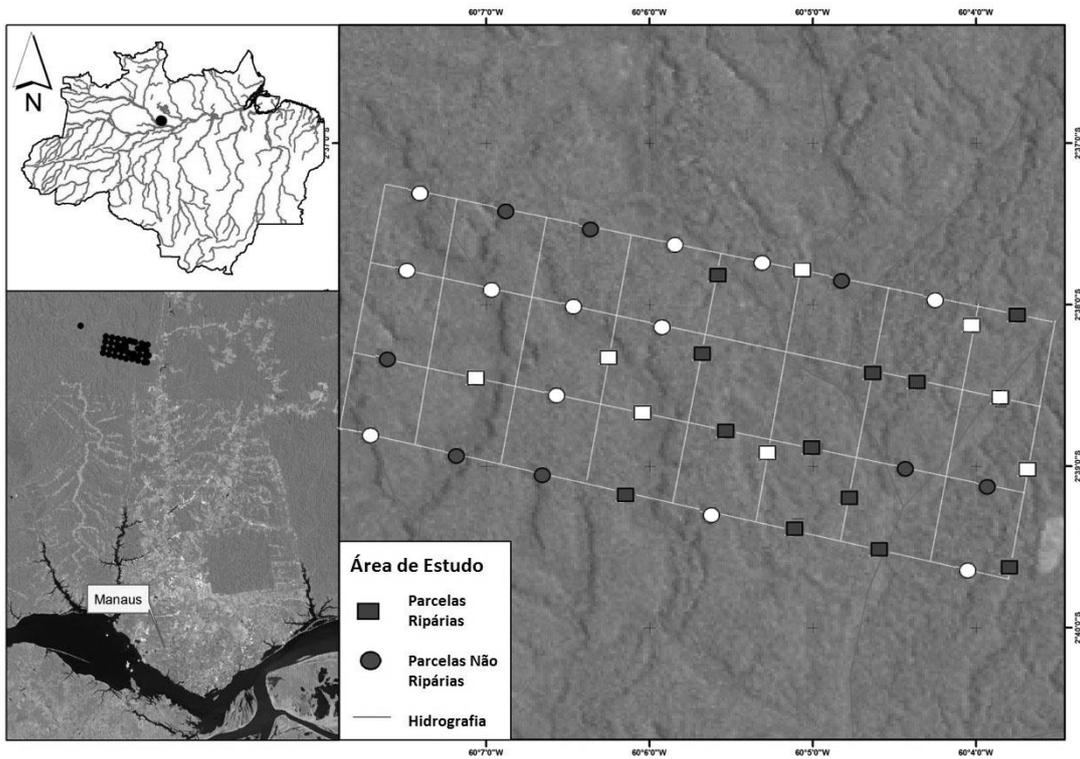


Figura 21 – Distribuição de *Stygnus simplex* Roewer, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

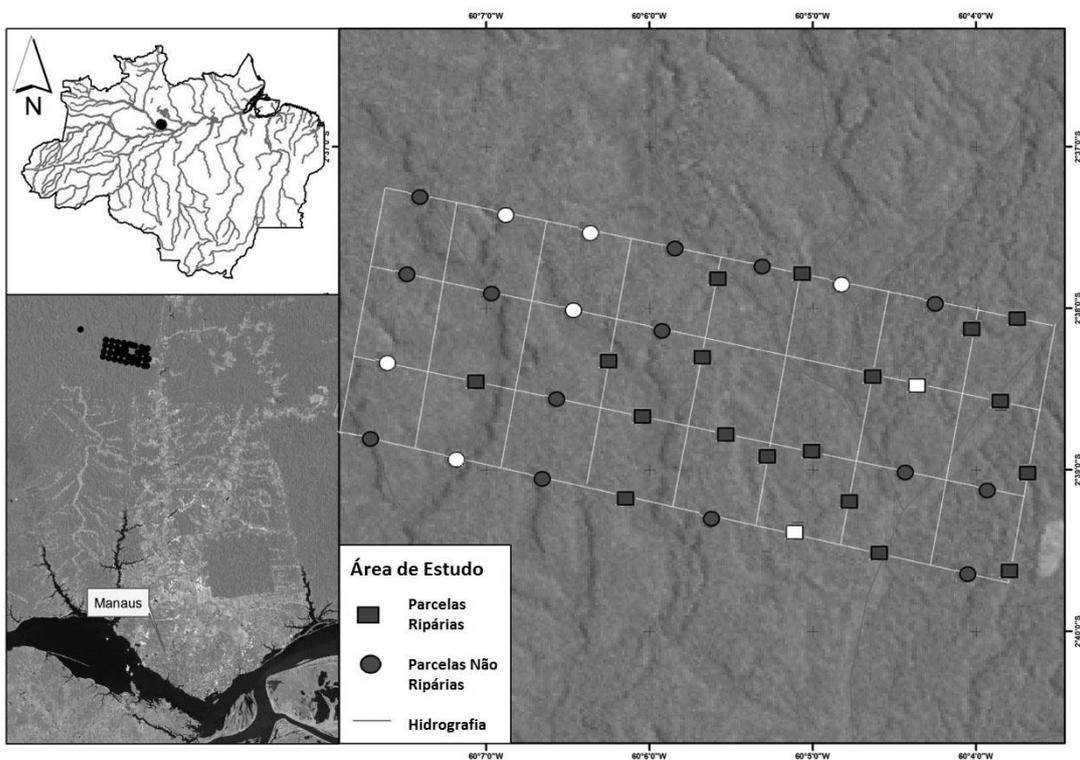


Figura 22 – Distribuição de *Protimesius longipalpis* Roewer, 1943 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

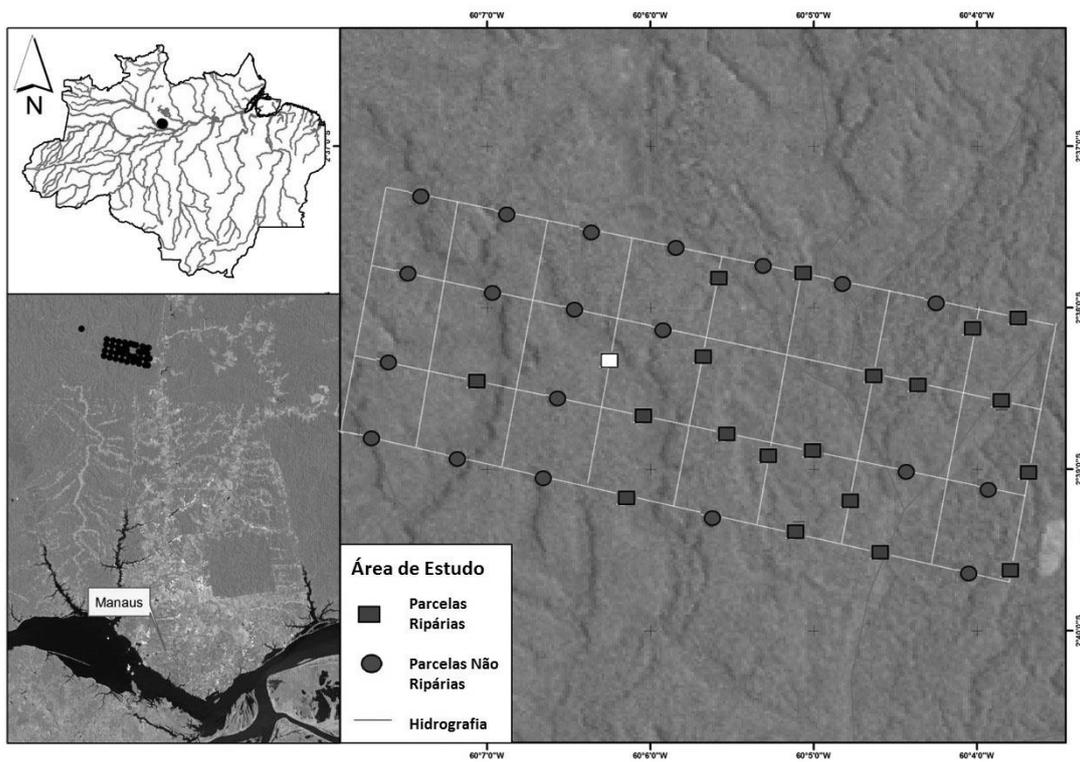


Figura 23 – Distribuição de *Auranus hoeferscovitorum* Pinto-da-Rocha, 1997 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

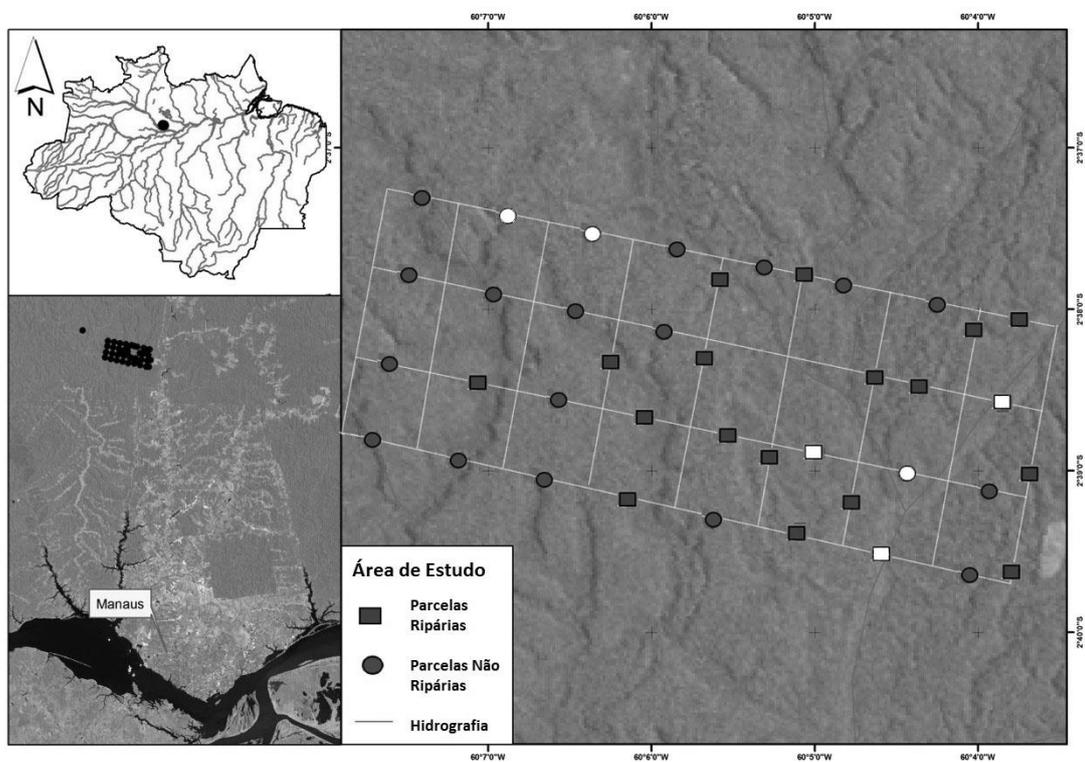


Figura 24 – Distribuição de *Auranus sp.2* na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Zalmoxidae Sorensen, 1886

Este grupo de pequenos Laniatores possui uma ampla distribuição, sendo registrados desde a Costa Rica até o Brasil, Austrália, Papua Nova Guiné até as ilhas do Pacífico, em algumas ilhas africanas, nas Filipinas e Indonésia (KURY; GONZÁLEZ, 2007). Registros dispersos desta família ocorrem em vários estados brasileiros, mas seu conhecimento taxonômico encontra-se insuficiente (KURY *et al.* 2010).

Neste trabalho foram coletadas três morfoespécies, pertencentes a gêneros não determinados até o momento, provavelmente não descritas em função do escasso conhecimento do grupo na região.

Zalmoxidae Zal sp.n.1

Zalmoxidae Zal sp.n.2

Zalmoxidae Zal sp.n.3

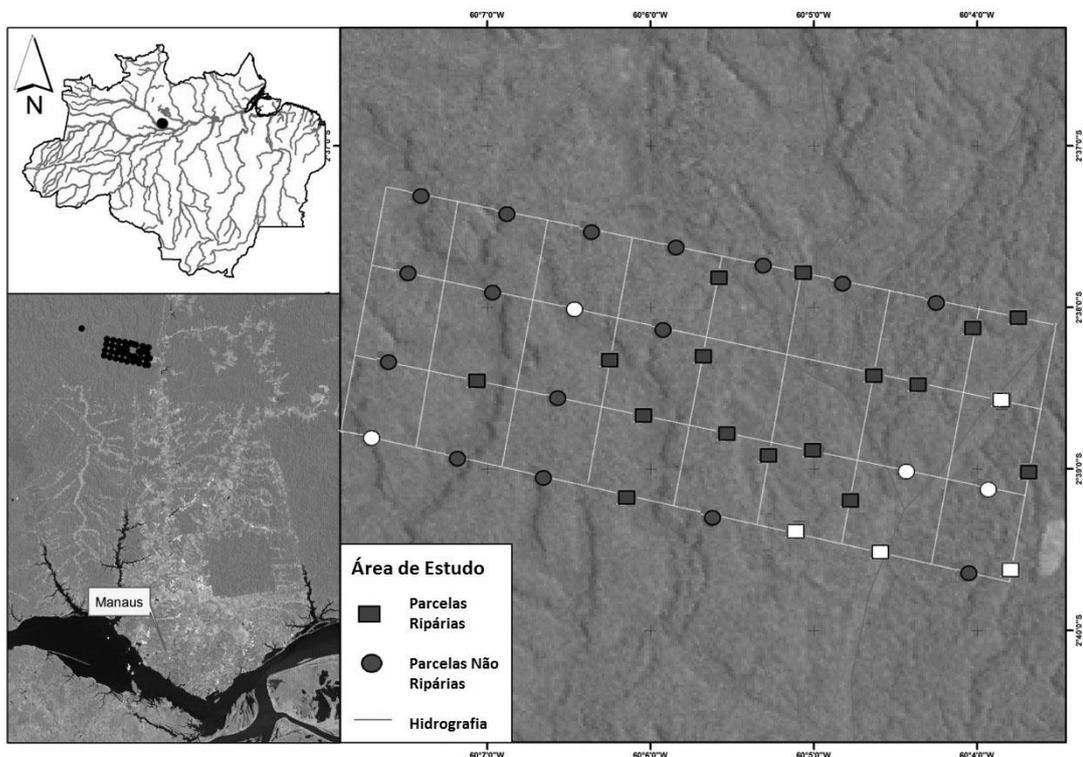


Figura 25 – Distribuição de Zalmoxidae, Zal sp.n.1 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

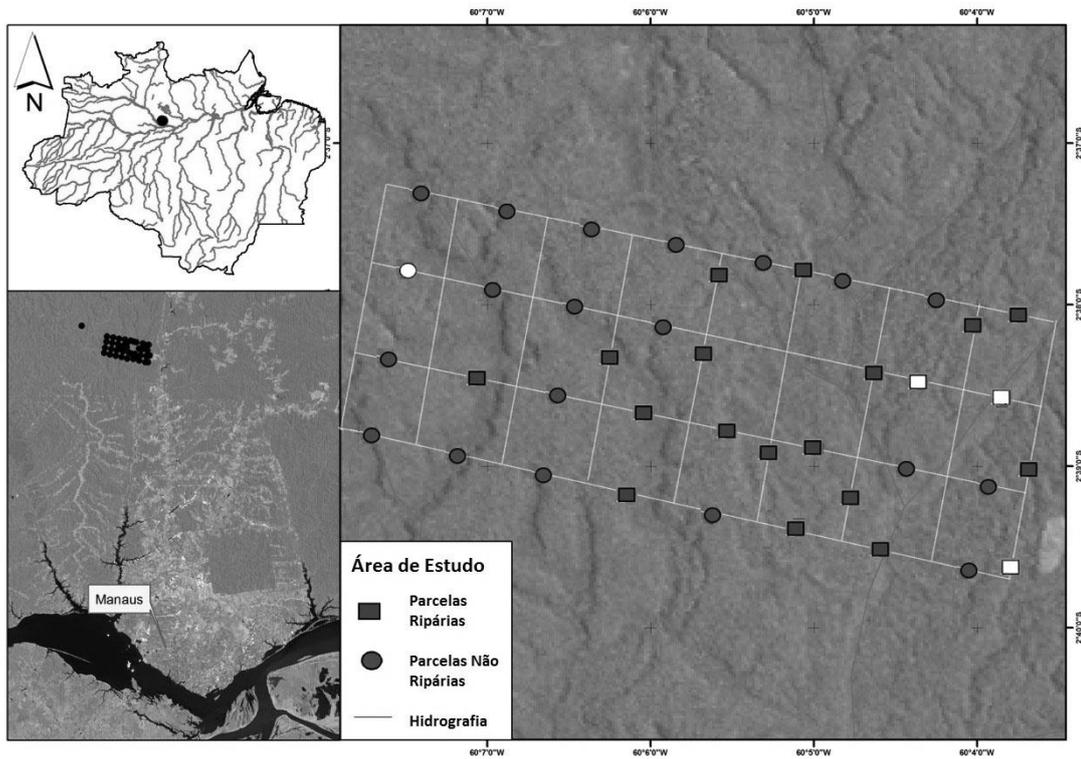


Figura 26 – Distribuição de Zalmoxidae, Zal sp.n.2 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

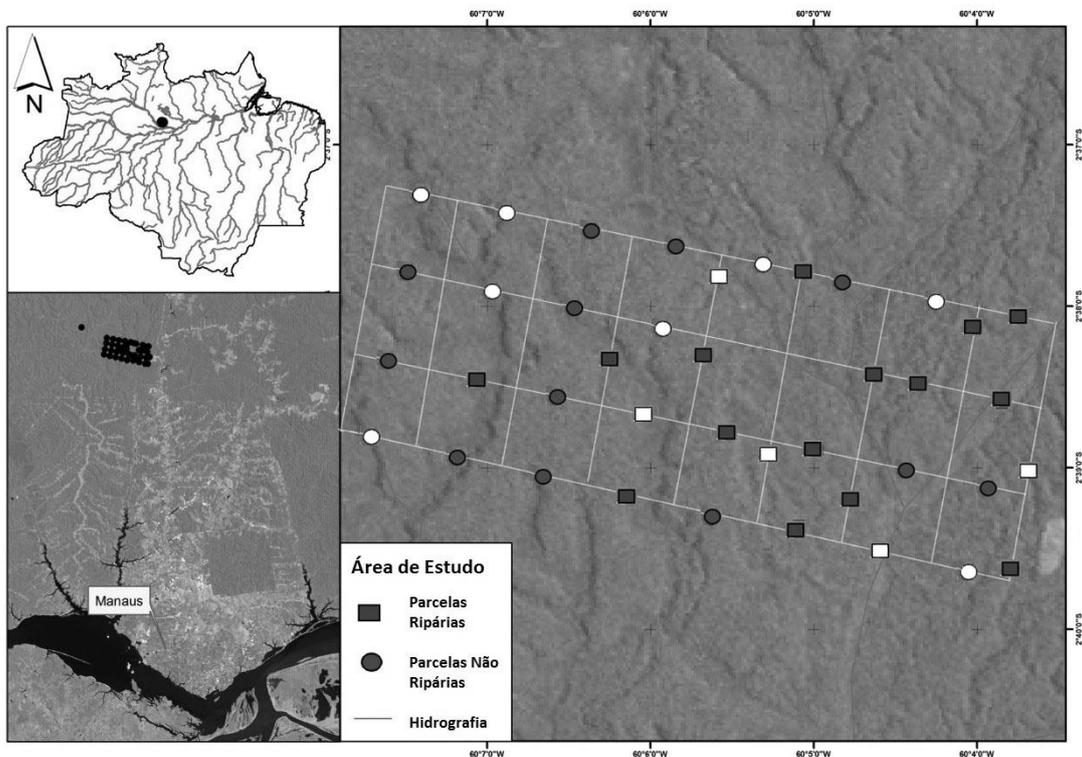


Figura 27 – Distribuição de Zalmoxidae, Zal sp.n.3 na grade do PPBio da FEX-UFAM. A cor branca indica presença. (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

Os métodos utilizados durante as coletas são complementares entre si e as curvas de acúmulo de espécies (**Figura 28**) mostraram-se quase estabilizadas, evidenciando que o esforço amostral representa adequadamente estas comunidades e a diversidade deste grupo para o local.

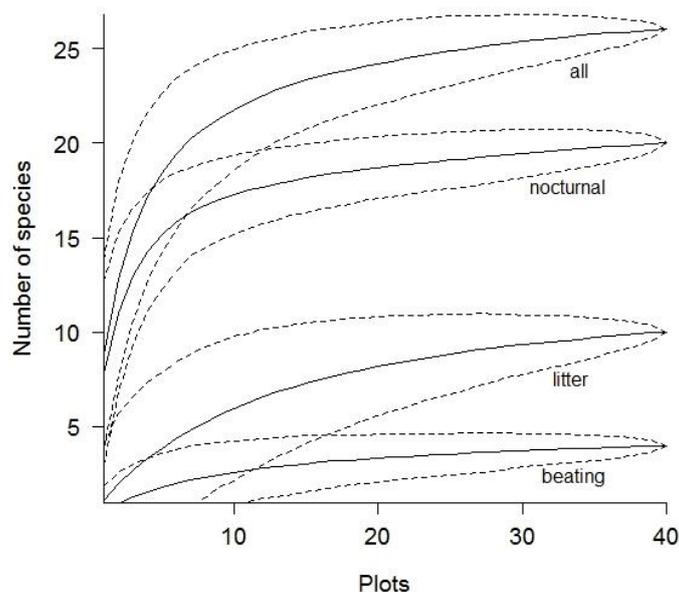


Figura 28. Curvas de acumulação de espécies para cada método de coleta utilizado e para a combinação de todas as técnicas. Linhas pontilhadas representam o intervalo de confiança de 95%.

Das 28 espécies coletadas, apenas oito reportam a espécies já descritas; o restante do material coletado indica a possibilidade de até 71% de novos registros, confirmando assim a relação citada por Tourinho (2007), sendo que essa incerteza ocorre devido a problemas taxonômicos envolvendo principalmente famílias representativas para o local: Manaosbiidae, Cosmetidae, Zalmoxidae e Sclerosomatidae. Este fato fortalece a discussão da necessidade de mais estudos voltados à taxonomia, pois, mesmo com a proximidade de um grande centro de pesquisas, a maioria dos táxons registrados era não-descrito.

A família Stygnidae apresentou a maior riqueza, contando com cinco espécies; este fato resulta provavelmente da adoção de diferentes métodos de coleta combinados, permitindo assim a investigação de uma gama maior de

ambientes. Apesar desta elevada diversidade, Sclerosomatidae e Cosmetidae foram as mais abundantes e amplamente distribuídas na área amostrada. As famílias Agoristenidae, Kimulidae e Samoidae foram registradas pela primeira vez no Estado do Amazonas e assim, têm sua distribuição ampliada para a Amazônia Central.

Em virtude dos coletores, em sua maioria, terem participado de todas as expedições durante a realização deste inventário, algumas observações realizadas em campo resultaram em informações interessantes sobre alguns grupos, contribuindo assim para alavancar o conhecimento relacionado à biologia e ecologia desses grupos na região. Entretanto, as observações aqui relatadas sugerem a necessidade de novos estudos para inferências acerca da distribuição e ecologia do grupo pesquisado. Por fim, por fazer parte de um estudo ecológico, os dados foram coletados de forma padronizada, o que permitirá futuras comparações com outros trabalhos.

REFERÊNCIAS

ADIS, J. *et al.* Arachnida at 'Reserva Ducke', Central Amazonia/Brazil. *Amazoniana*, XVII (1/2), 2002. p.1-14.

AHUMADA, D. P. R. Distribuição e abundância de anuros de floresta de terra-firme na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica). Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2010.

BACCARO *et al.* A Reserva Ducke. In: OLIVEIRA, M. L.; BACCARO, F. B.; BRAGANETO, R.; MAGNUSSON, W. E. (Org.). *Reserva Ducke: a biodiversidade amazônica através de uma grade*. Manaus: Attema Design Editorial, 2008. p. 11-20.

BENAVIDES, L; GIRIBET, G. An illustrated catalogue of the South American species of the cyphophthalmid family Neogoveidae (Arthropoda, Opiliones, Cyphophthalmi) with a report on 37 undescribed species. *Zootaxa*, 2007. V. 1509, p. 1-15.

BONALDO, A. B. *et al.* Inventário e história natural dos aracnídeos da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. 2007. Disponível em <http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/pdfliteratura/BONALDOetal_Arachnida_Caxiuana.pdf>. Acesso em 10 janeiro 2011.

COKENDOLPHER, J. *et al.* Eupnoi. Historical systematic synopsis. In: R. PINTO-DA-ROCHA; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds). Harvestmen: the Biology of Opiliones. Harvard University Press, 2007. p. 108-114.

GIRIBET, G.; BOYER, S. L. A. Cladistic analysis of genera of cyphophthalmid (Opiliones, Cyphophthalmi). *The Journal of Arachnology*, 2002. V. 30, p. 110-128.

GIRIBET, G.; KURY, A. B. Phylogeny and Biogeography. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (Org.). Harvestmen: the biology of the Opiliones. Cambridge: Harvard University Press, 2007. p. 62-87.

GIRIBET, G. Catalogue of the Cyphophthalmi of the World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnología*, 2000. V. 2, p. 49-76.

GONZÁLEZ-SPONGA, M. A. Aracnidos de Venezuela. Opiliones Laniatores I. Familias Phalangodidae y Agoristenidae. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, 1987. 562 pp.

GONZÁLEZ-SPONGA, M. A. Aracnidos de Venezuela. Opiliones Laniatores II. Familia Cosmetidae. Acad. Cienc. Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, 1992. 432 pp.

HOPKINS, M. J. G. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguésia*, 2005. V. 56 (86), p. 9-25.

KURY, A. B. Classificação de Opiliones. Museu Nacional / UFRJ website, 2011. Disponível em: <<http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/opiliones.html>>. Acesso em 15 abril 2011.

KURY, A. B.; PINTO-DA-ROCHA, R. Cosmetidae Koch, 1839. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (Org.). Harvestmen: the biology of the Opiliones. Cambridge: Harvard University Press, 2007. p. 182-185.

KURY, A. B. The genera *Saramacia* Roewer and *Synchranaus* Roewer, with notes on the status of the *Manaosbiidae* (Opiliones, Laniatores). *Boletim do Museu Nacional, N. S. Zoologia*, Rio de Janeiro, 1997. V. 374, p. 1-22.

KURY, A. B.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. *Icaleptidae* Kury & Pérez-González, 2002. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds.). Harvestmen: the biology of the Opiliones. Harvard University Press, Cambridge and London. 2007, p. 205-207.

KURY, A. B. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnologia*, 2003. Vol. especial monográfico 1:1–337.

KURY, A.B. *et al.* *Amblypygi*, Opiliones, Schizomida, Scorpiones and Chilopoda, Tocantins, Brazil. *Check List*, 2010. V. 6(4), p. 564–571.

KURY, A. B. *Manaosbiidae* Roewer, 1943. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds.). Harvestmen: the biology of the Opiliones. Harvard University Press, Cambridge and London, 2007. p. 209-211.

KURY, A. B.; PINTO-DA-ROCHA, R. Opiliones. In: ADIS, J. Amazonian Arachnida and Myriapoda. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, 2002. p. 345-362.

PEREIRA, W. *et al.* Behavioral repertory of the neotropical harvestman *Ilhaia cuspidate* (Opiliones, Gonyleptidae). *The Journal of Arachnology*, 2004. V.32, p. 22–30.

PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; KURY, A. B. *Kimulidae* Pérez-González, Kury & Alonso-Zarazaga, new name. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds.). Harvestmen: the biology of the Opiliones. Harvard University Press, Cambridge and London, 2007a. p. 207-209.

PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; KURY, A. B. Samoidae Sørensen, 1886. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds.). Harvestmen: the biology of the Opiliones. Harvard University Press, Cambridge and London, 2007b, p. 224-226.

PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; KURY, A. B. Con escópula o sin escópula... that is not the question! Redefinición de Samoidae Sørensen, 1886 (Opiliones, Laniatores). Anais...Primer Congreso Latinoamericano de Aracnología, Uruguay, 2005. Disponível em <http://www.aracneo.org/TEXTOS/Sistematica%20y%20biogeografia.pdf> >. Acesso em 02 janeiro 2011.

PINTO-DA-ROCHA, R.; BONALDO, A. B. A structured inventory of Harvestmen (Arachnida, Opiliones) at Juruti River plateau, State of Pará, Brazil. Revista Ibérica de Aracnología, Zaragoza, 2006. V.13, p.155-162.

PINTO-DA-ROCHA, R.; KURY, A. B. Phylogenetic analysis of Santinezia with description of five new species (Opiliones, Laniatores, Cranaidae). Journal of Arachnology, 2003. V. 31(2), p. 173-208.

PINTO-DA-ROCHA, R.; GIRIBET, G. Taxonomy. Pp. 88-246. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds.) Harvestmen: The Biology of Opiliones. Harvard University Press, Cambridge, 2007.

PINTO-DA-ROCHA, R. A new species of Santinezia from Central Amazonia (Arachnida: Opiliones; Cranaidae). Andreas, Karlsruhe, 1994. V.13, p. 29-32.

PINTO-DA-ROCHA, R. Redescription of Stenostygnus pusio Simon and synonymy of Caribbiantinae with Stenostygninae (Opiliones: Laniatores, Biantidae). Journal of Arachnology, 1995. V. 23 (3), p. 194-198.

PINTO-DA-ROCHA, R. Systematic review of the family Stygnidae (Opiliones: Laniatores; Gonyleptoidea). Arquivos de Zoologia, 1997. V. 33(4): 179-358.

PINTO-DA-ROCHA, R. Opiliones. In: BRANDÃO, C. R. F; CANCELLO, E. M. (Ed). Invertebrados Terrestres. Volume 5. Biodiversidade do Estado de São Paulo.

Síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: FAPESP, São Paulo, 1999. p. 35-44.

PINTO-DA-ROCHA, R. A new species of Fissiphalliidae from Brazilian Amazon Rain Forest (Arachnida: Opiliones). *Zootaxa*, Auckland, 2004. V. 640, p. 1-6.

PINTO-DA-ROCHA, R. Fissiphalliidae Martens, 1988. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (eds). *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, 2007. p.194-196.

PITMAN, N. C. A. *et al.* Volume and Geographical Distribution of Ecological Research in the Andes and the Amazon, 1995-2008. *Tropical Conservation Science*, 2011. V.4 (1), p. 64-81.

RIBEIRO, J. E. S. *et al.* *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Manaus: INPA, 1999.

TOURINHO, A. L. Padrões de distribuição e fatores condicionantes da riqueza e composição de opiliões na várzea do Rio Amazonas – Brasil (Arachnida, Opiliones). Tese (Doutorado em Ecologia) - INPA/UFAM, Manaus, 2007.

TOURINHO, A. L.; GONZÁLEZ, A. P. On the family Fissiphalliidae Martens, 1988, with descriptions of two new Amazonian species (Arachnida: Opiliones: Laniatores). *Zootaxa*, 2006. V.1325, p. 235-254.

TOURINHO, A. L. M.; KURY, A. B. A review of *Holcobunus* (Arachnida, Opiliones, Sclerosomatidae). *Boletim do Museu Nacional, N.S. Zoologia*, Rio de Janeiro, 2001. V. 461, p. 1-22.

TOURINHO-DAVIS, A. L. A new genus of Gagrellinae from Brazil, with a comparative study of some of the subtropical and southernmost tropical South American genera (Opiliones, Eupnoi, Sclerosomatidae). *Revista Ibérica de Aracnologia*, Zaragoza, 2004. V.9, p. 30-VI.

CAPÍTULO 2

Complementaridade entre métodos de amostragem para assembleias de opiliões (Arachnida: Opiliones)³

INTRODUÇÃO

Levantamentos biológicos desempenham um papel essencial em estudos de sistemática, taxonomia, ecologia e biologia da conservação. Uma pesquisa consistente é necessária para fornecer informações de ocorrência das espécies que podem ser utilizadas em comparações entre diferentes áreas, desde que os métodos de amostragem e esforço sejam padronizados (LONGINO *et al.* 2002). Levantamentos de artrópodes são normalmente concebidos para estimar a diversidade de espécies e facilitar as investigações taxonômicas usando uma combinação de métodos de amostragem complementares, os quais visam aumentar a detecção de indivíduos e diminuir o número de *singletons*, espécies representadas por apenas um espécime (CODDINGTON, 1991; SCHARFF *et al.* 2003; CODDINGTON *et al.* 2009). No entanto, dada a elevada abundância e os desafios taxonômicos de identificações de espécies para a maioria dos grupos de artrópodes (LAWTON *et al.* 1998), os pesquisadores muitas vezes enfrentam um *trade-off*, um conflito entre a intensidade da amostragem e o trabalho de laboratório para atender os prazos dos projetos (GARDNER *et al.* 2008; SOUZA *et al.* 2012).

Aracnídeos têm fortes relações com microhabitats (CURTIS; MACHADO, 2007; MESTRE; PINTO-DA-ROCHA, 2004; ORGULHOSO *et al.* 2012). Assim, as pesquisas que envolvem este grupo costumam empregar vários métodos de amostragem para acessar diferentes tipos de microhabitats. Durante pelo menos duas décadas foram realizadas tentativas para encontrar o protocolo mais útil e eficiente para ser aplicado em pesquisas com aracnídeos (CODDINGTON *et al.* 1991; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; CODDINGTON *et al.* 2009; CARVALHO *et al.* 2011). Seis métodos (coleta manual/busca ativa

³ TOURINHO, A.L; LANÇA, L.S ; BACCARO, F. B. ; DIAS, S. C . Complementarity among sampling methods for harvestman assemblages. *Pedobiologia* (Jena, Print), v. 57, p. 37-45, 2014.

noturna, batedores de vegetação, redes de varredura, armadilhas de solo (pitfall), coleta manual de liteira/folhicho e coleta em casca/tronco em decomposição) são normalmente escolhidos como os métodos básicos para coletar aracnídeos nos trópicos (CODDINGTON *et al.* 1991), mas análises detalhadas do desempenho de cada método focam apenas estudadas para assembleias de aranhas (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006).

A maioria dos estudos com aracnídeos tropicais tem amostrado aranhas e opiliões em conjunto, utilizando a combinação de vários métodos de coleta (BRAGAGNOLO; PINTO-DA-ROCHA, 2003; PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; BRAGAGNOLO *et al.* 2007; BONALDO *et al.* 2009). A utilização de várias técnicas ao mesmo tempo pode ser útil para capturar o maior número de espécies e grupos taxonômicos quanto possível. No entanto, uma combinação de vários métodos de amostragem também aumenta os tipos de habitats explorados, o esforço de coleta e o tempo gasto; conseqüentemente, aumenta a complexidade do trabalho de campo e, possivelmente reduz a eficiência do estudo na identificação de padrões.

Como isto é verdadeiro para muitos grupos taxonômicos, os opiliões podem ser considerados bons modelos para estudos biogeográficos e conservação porque eles têm necessidades biológicas específicas que limitam suas distribuições (GIRIBET; KURY, 2007; CURTIS; MACHADO, 2007). Trata-se de um grupo suscetível à desidratação, sendo, portanto, altamente dependente de umidade e temperatura, apresentando ainda baixa capacidade de dispersão (PINTO-DA-ROCHA *et al.*, 2007). Além disso, a diversidade local das assembleias de opiliões na região Neotropical é relativamente baixa em comparação com outros grupos de invertebrados (variando de 12-52 espécies), o que torna a triagem das espécies mais rápida (KURY, 2011). A combinação dos métodos de busca ativa noturna, batedores de vegetação, triagem manual de serapilheira e coleta com extrator de Winkler é normalmente utilizada para representar a diversidade alfa de opiliões (número de espécies por área de amostragem) e a composição da comunidade nas florestas da Amazônia (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; VENTICINQUE *et al.* 2008; BONALDO *et al.* 2009; REGO *et al.* 2009). Embora diversos estudos tenham

comparado os resultados de diferentes métodos de amostragem para as aranhas em diferentes regiões do mundo (CARDOSO *et al.* 2008; CODDINGTON *et al.* 2009), a eficiência dos métodos de amostragem e a resposta das assembleias de opiliões às diferenças de pequena escala na estrutura do habitat são ainda pouco estudadas (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; ORGULHOSO *et al.* 2012).

O desenho amostral e a metodologia de coleta dependem das questões envolvidas, e obter o maior número de espécies nem sempre é crucial. Para efeitos de comparação, os dados coletados durante a presente pesquisa foram analisados em conjunto com dados de amostragem de esforço equivalente, em outra região da Amazônia, cujos dados encontravam-se disponíveis no portal do PPBio. Assim, este trabalho discutiu os resultados e as principais implicações dos dados recolhidos por quatro métodos de amostragem (busca visual noturna, batedores de vegetação, coleta manual de liteira e Extrator de Winkler) para assembleias de opiliões em dois locais de floresta de terra firme, na Amazônia Central. Especificamente, considerou-se (I) o número de espécies e a composição dos opiliões amostrados em ambas as áreas, através da combinação e comparação dos dados, e (II) foram analisadas as relações entre a composição das amostras com estas técnicas de amostragem em vários ambientes, levando em consideração variáveis microclimáticas frequentemente utilizadas em estudos de diversidade de opiliões.

MATERIAL E MÉTODOS

Locais de estudo

O estudo em questão foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - FEX-UFAM, localizada perto da rodovia BR-174, 38 km ao norte de Manaus (02° 39 'S, 60° 07' W) (**Figura 1**), e teve seus dados comparados com as amostragens feitas em Porto Urucu, no município de Coari, localizado na margem direita do rio Urucu, bacia do Rio Solimões (4 ° 30 'S, 64 ° 30' W), a 650 km a oeste de Manaus (**Figura 2**), cujos dados encontravam-se disponibilizados pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio <<https://ppbio.inpa.gov.br/>>.

Na FEX-UFAM, as faixas de temperatura médias regionais oscilam entre 24,1°C a 27,1 °C e a região apresenta umidade relativa do ar variando entre 75% em agosto, o mês mais seco do ano, e 95% durante o pico da estação chuvosa em abril. Neste local, a precipitação anual total é de cerca de 2200 mm e a precipitação mensal pode ser inferior a 100 mm entre julho e setembro (LUIZÃO *et al.* 2004). A Fazenda Experimental é coberta por floresta primária de terra firme, cujo terreno varia entre 40 e 130 m de altitude. A área de estudo inclui áreas de planalto, declives, planícies aluviais e campinaranas, que refletem a composição topografia, tipo de solo e vegetação (RIBEIRO *et al.* 1999). As campinaranas são planícies arenosas que podem ter grandes acumulações de liteira, ocorrendo próximas aos igarapés e em áreas mais elevadas. Os planaltos têm solos argilosos com boa drenagem e abrigam as árvores mais altas, chegando o dossel a até 60 m. As áreas baixas próximas dos igarapés têm solos arenosos, que por vezes podem ser inundadas durante a estação chuvosa. As encostas apresentam valores intermediários entre os planaltos e áreas próximas aos corpos d'água para as características físicas do solo (HOPKINS, 2005).

A região de Porto Urucu compreende uma unidade de produção de petróleo / gás natural pertencente à Petrobras SA. Possui uma área coberta por densas florestas não perturbadas, com a copa uniforme, apresentando baixa diversidade de lianas e epífitas (LIMA FILHO *et al.* 2001). A diversidade da fitofisionomia em Porto Urucu é caracterizada pela uniformidade, com poucas florestas de igapó (áreas alagadas) que ocorrem nas margens do rio Urucu ou seus principais afluentes. Notáveis mudanças na estrutura da vegetação ocorrem somente em áreas com má drenagem do solo ou em clareiras artificiais, abertas na terra firme para exploração de gás natural e de petróleo. A amostragem foi realizada em clareiras naturais e artificiais. Clareiras naturais são formações produzidas na floresta a partir de árvores caídas ou grandes ramos da copa, expondo o solo da floresta à radiação solar direta; as clareiras artificiais foram originadas a partir de remoção de material do solo para a construção ou manutenção da rede rodoviária Porto Urucu <<https://ppbio.inpa.gov.br>>.

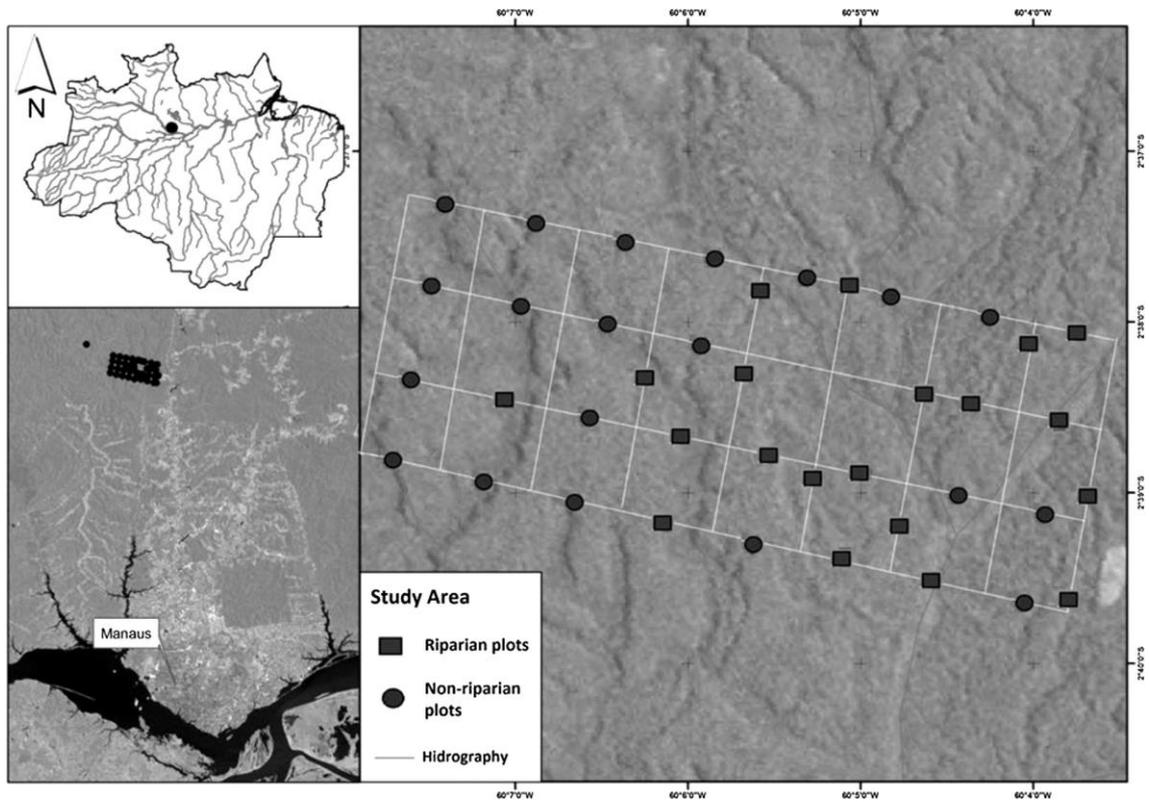


Figura 1 – Localização da grade de trilhas do PPBio da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas. Os retângulos representam parcelas ripárias e os círculos representam parcelas não ripárias (Orgs. Marcelo dos Santos Junior e Larissa Lança).

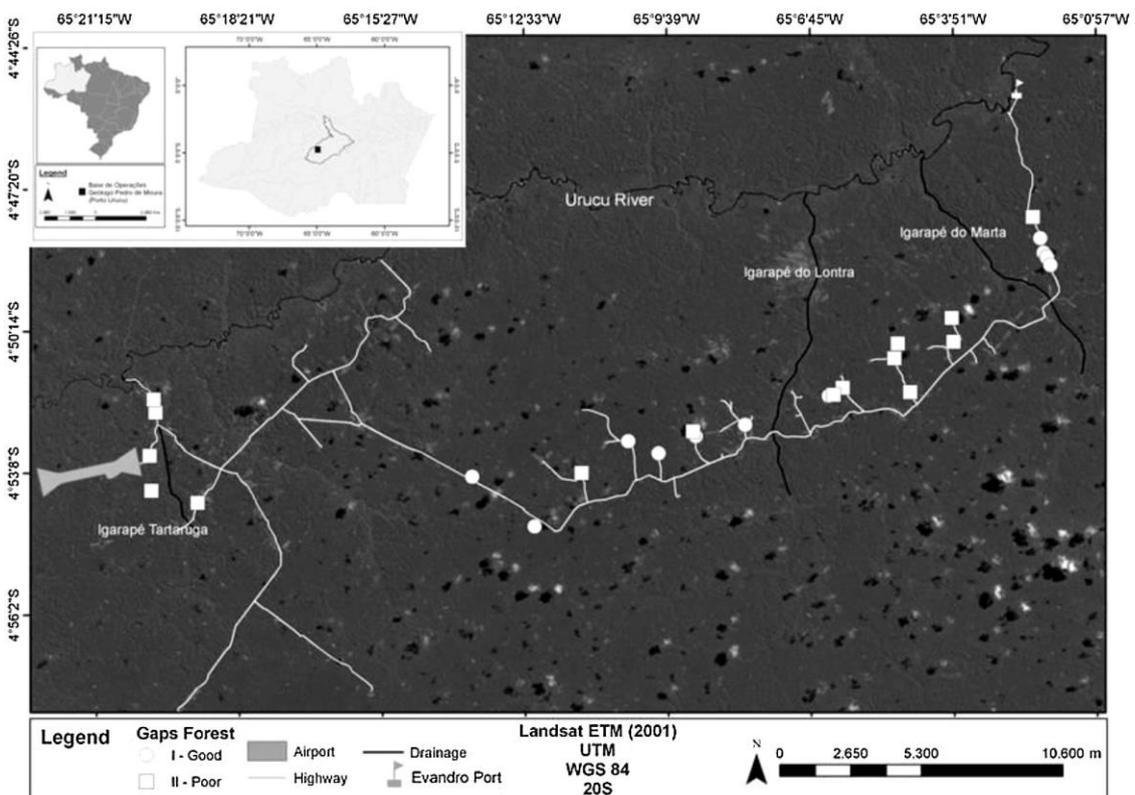


Figura 2 – Localização de Porto Urucu-AM. Círculos e quadrados representam as parcelas amostradas. (Orgs. Sidclay Dias e Larissa Lança).

Desenho amostral

Os dados da FEX-UFAM foram coletados em 40 parcelas permanentes ao longo da grade de trilhas do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). A grade de trilhas abrange 24 km² e o desenho espacial de amostragem seguiu o sistema RAPELD (MAGNUSSON *et al.* 2005; COSTA; MAGNUSSON, 2010). As parcelas apresentam 250 m de comprimento e seguem as curvas de nível para minimizar a variação de características edáficas e topográficas (PEZZINI *et al.* 2012). Foram amostradas 20 (vinte) parcelas em áreas ripárias e 20 (vinte) em áreas não-riparias (**Figura 1**), entre os meses de abril e outubro de 2010.

Em Porto Urucu foram amostradas 33 clareiras artificiais entre junho e novembro de 2006. Cada área investigada continha uma parcela de amostragem que variava entre 0,02 ha até 6,68 há, sendo distribuídas de acordo com a **Figura 2**.

Amostragem, técnicas de coleta e identificação

Para a amostragem de opiliões na FEX-UFAM, utilizou-se três métodos de coleta: coleta manual de liteira (CML), batedores de vegetação (BV) e busca visual noturna (BVN). A amostragem foi realizada ao longo do eixo principal das parcelas permanentes de 250 m, sendo cada amostra composta por coletas em quatro transectos ou sub-parcelas de 30m x 5m, separadas entre si por 5-10m. Em cada parcela, 8m² de serapilheira foram coletados, colocados em sacos plásticos e triados sob bandeja branca, sendo todos os opiliões encontrados coletados manualmente. Batedores de vegetação foram posicionados sob 20 arbustos até 3m de altura durante o dia, em cada sub-parcela, totalizando 80 arbustos por parcela, sendo a vegetação acima de cada bandeja golpeada por 20 vezes com uma vara de madeira. Todos os opiliões que caíram no tecido branco do batedor de vegetação foram coletados manualmente. Durante a coleta noturna, que ocorreu entre 19:00 e 02:00 horas, realizou-se a busca visual com auxílio de lanterna de cabeça pelo período de uma hora em cada transecto. Ao longo de seis expedições com duração entre 2 e 14 dias, ocorridas entre abril e outubro de 2010, o esforço total de

amostragem investigou 320m² de serapilheira, 3200 arbustos, além de um total de 160 horas de busca ativa noturna, abrangendo a área total da grade do PPBio da FEX-UFAM, com 24.000 Km².

Em Porto Urucu, os opiliões foram amostradas usando extratores de Winkler, batedores de vegetação e busca visual noturna. Em cada local de amostragem, 10 m² de folhiço foram peneirados e colocados em extratores de Winkler durante dois dias (48 horas). Os batedores de vegetação foram padronizados pelo tempo: uma hora batendo em arbustos em cada parcela. A pesquisa noturna também foi padronizada pelo tempo (uma hora) em uma área de 300m² para cada coletor. Em ambos os casos, apenas um coletor realizou a amostra em cada parcela. A amostragem foi realizada entre junho e agosto de 2006. Foram amostrados 330m² de serapilheira para extração com aparelho de Winkler e empregou-se 203 horas utilizando-se o batedor de vegetação. O esforço de amostragem total empregado durante a busca noturna resultou em 170 horas, abrangendo 51.000m² em Porto Urucu.

As identificações dos espécimes foram realizadas no laboratório de Aracnologia do INPA e foram respaldadas por especialistas em taxonomia de opiliões. Sempre que possível, foram fornecidas identificações ao nível de espécie; caso contrário, foram definidas morfoespécies. Somente indivíduos adultos foram usados nas análises, pois a maioria dos jovens não podem ser adequadamente identificados. Eventuais *taxons* que apresentaram conflito taxonômico não foram incluídos em qualquer gênero específico (por exemplo Zalmoxidae sp.1 e Zalmoxidae sp.2), pois para estes conjuntos de exemplares só é possível confirmar se as espécies pertencem ao mesmo gênero ou não após uma revisão taxonômica. Novo gênero e nova espécie também foram referidos como gênero ou espécie, seguido por seu número (por exemplo Sclerosomatidae, Gen.1 sp.1).

A coleta e transporte de material biológico foi autorizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA número de autorização a. 21.825-1). Todos os espécimes coletados na FEX-UFAM foram

depositados na coleção de aracnologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, localizado em Manaus, Amazonas. As amostras de Porto Urucu encontram-se depositados na coleção aracnológica do Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG, em Belém, Pará.

As variáveis ambientais

Foram utilizados vários fatores ambientais para identificar a diversidade de opiliões e sua distribuição na grade de amostragem na FEX-UFAM. O número de palmeiras foi utilizado como um substituto da densidade de vegetação, sendo que todas as palmeiras mais altas do que 30 cm foram contadas em cada transecto. A profundidade da serapilheira foi medida em 10 pontos ao longo da linha média de cada sub-parcela com uma régua. A média foi usada como uma estimativa da profundidade e a variância como medida da heterogeneidade da serapilheira. O volume de liteira grossa (elementos lenhosos caídos com hastes de diâmetro > 1 cm) foi obtido em cada parcela a partir de medições em 25 transectos de 10 metros cada um, a cada 10 metros de distância, seguindo a linha principal da parcela. Todos os itens lenhosos com diâmetro > 1 cm no ponto de intersecção de cada transecto foram medidos com fita métrica e o volume foi calculado pela fórmula,

$$V = \frac{\left(\frac{\pi^2}{8} \sum di^2\right)}{\sum sj}$$

em que V é o volume por unidade de área (m^3 / ha), di é o diâmetro do item i no ponto de intersecção (M), e Sj é o comprimento do j segmento (m) (modificado a partir BARBOSA *et al.*, 2009). Dados de altitude foram obtidos com imagens da base Shuttle Radar Mission Topography Mission (SRTM) (MIRANDA, 2005). A distância entre cada parcela e o igarapé mais próximo foi medida utilizando uma fita métrica (ROJAS-AHUMADA; MENIN, 2010) e encontrava-se disponível na base de dados do PPBio <<https://ppbio.inpa.gov.br>>. A porcentagem de argila e a quantidade de matéria orgânica do solo por parcela foi determinada a partir de seis amostras equidistantes, com 5 cm de profundidade tiradas a cada 50 m em cada parcela

(ROJAS-AHUMADA; MENIN, 2010), dados os quais encontravam-se também disponíveis na base de dados do PPBio.

Análise dos dados

A eficácia de qualquer método de amostragem depende do esforço de coleta e do método utilizado. Um metro quadrado de serapilheira revistada, a agitação de um arbusto com batedor de vegetação e uma hora de busca visual noturna não necessariamente fornecem amostras de intensidade comparável. Portanto, análises comparativas de desempenho do método para as amostragens podem ser influenciada por variação na intensidade de amostragem entre as técnicas. Para avaliar quantas amostras são necessárias para atingir um número comparável de espécies para cada método por parcela, foi utilizada a curva média de acumulação de espécies de 999 permutações aleatórias de amostras. No caso da coleta com batedores de vegetação, foram utilizados dois tipos de padronizações entre métodos de amostragem para ambas as áreas investigadas: na FEX-UFAM, a coleta foi padronizada por quantidade de arbustos e em Porto Urucu foi padronizada pelo tempo. A triagem de serapilheira foi padronizada pela área em ambas as regiões de coleta e a busca noturna foi padronizada em ambos os locais de estudo pelo tempo e espaço. As curvas de acumulação de espécie foram computados no EstimateS 7.0 (COLWELL, 2005), utilizando o método de Mao Tau, que fornece um intervalo de confiança "não-fechado" na extremidade direita das curvas.

A dimensionalidade das assembleias em cada método de amostragem por sítio foi reduzida usando o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS, MINCHIN, 1987) com base no índice de similaridade de Sørensen. Os dados foram padronizados com a presença / ausência para minimizar diferenças nas abundâncias individuais entre técnicas de amostragem. A MANOVA não paramétrica (ANDERSON, 2001) foi utilizada para testar diferenças na composição das assembleias de opiliões coletadas entre diferentes métodos de amostragem. Utilizou-se ainda a distância média para o grupo centróide (isto é, dispersão multivariada) como uma medida da mudança global de espécies para

cada método de amostragem ao longo de um gradiente, também conhecida como beta-diversidade (ANDERSON *et al.* 2006). Neste caso, essa análise avaliou se o volume de espécies entre parcelas diferiram entre métodos de amostragem. O teste de Tukey foi utilizado para comparações de pares entre os métodos. A significância da MANOVA e da análise de dispersão multivariada foi calculada com base em 999 permutações aleatórias de amostra.

Para a FEX-UFAM, as relações entre as assembleias de opiliões e algumas variáveis ambientais foram obtidas usando todos os métodos de amostragem combinados ou analisando apenas um deles. A saber, a profundidade da serapilheira, a distância para o igarapé mais próximo, a altitude e o número de palmeiras por parcela foram utilizadas como variáveis de previsão em análises. As demais variáveis foram descartadas porque foram correlacionadas (Correlação de Pearson > 0,4) com uma ou mais variáveis selecionadas (**Tabela I**). Análises de redundância (RDA) foram utilizadas para estimar o quanto da variação na composição da matriz de opiliões pode ser explicada pelas variáveis ambientais e para determinar se os padrões ecológicos identificados através da análise conjunta de todos os métodos de amostragem também foram recuperados usando apenas uma metodologia. A RDA trata-se de uma extensão direta da análise de regressão múltipla para modelar dados de resposta multivariados (BORCARD *et al.*, 2011). A significância estatística de modelos de RDA foi testada por permutações 9,999 por teste. As ordenações e as análises RDA foram feitas no R 2.14 (R Development Core Team 2011) com o pacote "vegan" (OKSANEN *et al.*, 2011).

Tabela I - Média das variáveis ambientais coletadas em 20 parcelas ripícolas e 20 não-riparias de 250 m de comprimento. Os valores mínimos e máximos são indicados entre parênteses.

	Áreas Ripárias	Áreas Não-Ripárias
Quantidade de matéria orgânica no solo (g/kg)	28.64 (15.32-53.58)*	29.60 (9.92-52.26)
Porcentagem de argila do solo (%)	13.94 (3.00-48.80)*	56.89 (2.80-85.20)
Distância do igarapé mais próximo (m)	37.54 (1.70-133.36)	437.23 (106.00-1093.40)
Altitude (m)	61.90 (42.00-92.00)	94.85 (67-121)
Profundidade da serapilheira (cm) – média	3.03 (1.91-4.08)	2.26 (0.86-4.25)
Profundidade da serapilheira – variância	3.56 (1.13-6.35)	1.88 (0.63-5.39)
Número de palmeiras	167.25 (110-330)	141 (74-289)
Volume de liteira grossa (m ³ /ha)	21.07 (9.80-35.67)*	22.97 (12.44-35.89)

* valores baseados em 10 parcelas

RESULTADOS

Diversidade de Opiliões

Combinando todos os métodos de amostragem nos dois locais de estudo, somou-se um total de 3208 exemplares coletados. Na FEX-UFAM, foram amostrados 1.067 opiliões, distribuídos em 26 espécies⁴, pelo menos 22 gêneros, 12 famílias e três subordens (**Tabela II**); as parcelas com maior e menor número de espécies apresentou, respectivamente, 12 e 3 espécies. As famílias com maior número de espécies registradas foram Stygnidae (5), Manosbiidae (4); Sclerosomatidae (4), e Cosmetidae (3). Sclerosomatidae e Cosmetidae foram as famílias mais abundantes (35% e 32% dos indivíduos, respectivamente). Foram registrados apenas um *singleton* e três *doubletons*. Em Porto Urucu, 2.141 opiliões distribuídos em 27 espécies, 14 gêneros e 10 famílias foram coletados. As famílias com maior número de espécies registradas foram Cosmetidae (11) e Stygnidae (4). Cosmetidae foi a família mais abundante (46% dos indivíduos). Foi registrado apenas um *doubleton* neste sítio de amostragem.

Tabela II – Lista das espécies de opiliões coletados na Fazenda Experimental da UFAM no município de Manaus, AM. Total – Número total de indivíduos; BVN – Busca Visual Noturna; CML – Coleta Manual de Liteira; BV – Batedor de Vegetação.

Espécies	BVN	CML	BV	Total
CYPHOPHTALMI – NEOGOVEIDAE				
<i>Metagovea oviformis</i> Martens, 1969	0	2	0	2
EUPNOI – SCLEROSOMATIDAE				
<i>Prionostemma</i> sp.1	92	0	0	92
Gênero 1 sp.1	41	0	0	41
Gênero 1 sp.2	158	3	15	176
Gênero 2 sp.1	67	1	0	68
LANIATORES – AGORISTENIDAE				
Gênero 1. sp.1	6	0	0	6
LANIATORES – BIANITIDAE				
Gênero 1 sp.1	0	20	0	20
LANIATORES – COSMETIDAE				
Gênero 3 sp.1	95	0	0	95

⁴ Os exemplares citados no Capítulo 1 que foram encontrados fora da grade (*Cynorta* sp.3 e *Discocyrtus* sp.1) foram excluídos das análises.

<i>Eucynortella duapunctata</i> Goodnight & Goodnight, 1943	244	6	0	250
LANIATORES – CRANAIDAE				
<i>Phareicranaus manauara</i> Pinto-da-Rocha e Bonaldo 2011	57	0	0	57
LANIATORES – FISSIPHALLIIDAE				
<i>Fissiphallius martensi</i> Pinto-da-Rocha, 2004	2	0	0	2
<i>Fissiphallius</i> sp.1	0	0	12	12
LANIATORES – KIMULIDAE				
Gênero 1 sp.1	0	2	0	2
LANIATORES – MANAOSBIIDAE				
<i>Saramacia lucasae</i> Jim & Soares, 1991	37	0	0	37
<i>Manaosbia</i> sp. 1	22	0	0	22
<i>Mecritta</i> sp. 1	27	0	0	27
Gênero 1 sp.1	19	0	0	19
LANIATORES – SAMOIDAE				
Gênero 1 sp.1	0	0	4	4
LANIATORES – STYGNIDAE				
<i>Stygnus simplex</i> Roewer, 1943	37	0	0	37
<i>Stygnus pectinipes</i> Roewer, 1943	12	3	0	15
<i>Protimesius longipalpis</i> Roewer, 1943	18	0	0	18
<i>Auranus</i> sp.1	1	0	0	1
<i>Auranus</i> sp.2	0	10	0	10
LANIATORES – ZALMOXIDAE				
Zalmoxidae sp.1	1	14	0	15
Zalmoxidae sp.2	4	0	6	10
Zalmoxidae sp.3	17	4	0	21
Total	965	65	37	1067

Desempenho amostral

Na FEX-UFAM, o batedor de vegetação amostrou 37 indivíduos, 4 famílias, 3 gêneros e 4 espécies (**Tabela II**). A maioria das espécies coletadas usando este método pertencem às superfamílias Zalmoxoidea (Fissiphallidae e Zalmoxidae), Samooidea (Samoidae) e Sclerosomatidae (Gagrellinae). Apenas uma espécie de Gagrellinae foi coletado pelos três métodos utilizados. O batedor de vegetação amostrou menos espécies e indivíduos comparando-se com os outros dois métodos, mas uma espécie de Samoidae e uma de Fissiphallidae foram amostrados exclusivamente usando essa técnica. Usando a coleta manual de serapilheira, foram coletados 65 opiliões pertencentes a 7 famílias, 8 gêneros e 10 espécies (**Tabela**

II). A subordem Cyphophthalmi, com *Metagovea oviformis* Martens, 1969, Kimulidae Pérez-Gonzalez, Kury e Alonso-Zarazaga, 2007 e o gênero *Auranus* Mello Leitão, 1941 da família Stygnidae foram exclusivamente amostrados usando esse método. As outras 4 espécies foram amostradas de forma mais eficaz através da busca ativa noturna, exceto Zalmoxidae sp.1, que foi consistentemente amostrado através da triagem da serapilheira e apenas um indivíduo foi registrado usando-se o batedor de vegetação.

Em Porto Urucu, o método do batedor de vegetação amostrou 1238 opiliões, 7 famílias, 11 gêneros e 18 espécies (**Tabela III**), mas apenas uma espécie de Cosmetidae foi exclusivamente amostrada usando esse método. Usando o extrator de Winkler, foram coletados 236 opiliões, 9 famílias, 11 gêneros e 15 espécies (**Tabela III**), sendo somente a família Samoidae coletada exclusivamente por este método.

Tabela III – Lista das espécies de opiliões coletados em Porto Urucu-AM. Total – Número total de indivíduos; BVN – Busca Visual Noturna; EW – Extrator de Winkler; BV – Batedor de Vegetação.

Espécies	BVN	EW)	BV	Total
EUPNOI – SCLEROSOMATIDAE				
Prionostemma sp.1	96	0	13	109
Prionostemma aureomaculatum H. Soares, 1970	139	1	55	195
LANIATORES – AGORISTENIDAE				
Avima sp.1	3	0	4	7
Avima sp.2	1	0	0	1
LANIATORES – BIANIIDAE				
Stenostygnus pusio Simon, 1879	1	1	9	11
LANIATORES – COSMETIDAE				
Cosmetidae sp.1	28	1	3	32
Cosmetidae sp.2	1	0	1	2
Cosmetidae sp.3	5	0	2	7
Cocholla simoni Roewer, 1927	7	1	0	8
Cynorta sp.1	58	10	377	445
Cynorta juruensis (Mello-Leitão, 1923)	54	4	0	58
Paecilaema graphicum Roewer, 1947	0	0	2	2
Paecilaema lobipictum Roewer, 1947	10	0	87	97
Paecilaema manifestum Roewer, 1927	98	10	192	300
Paecilaema marajoara Soares, 1970	6	0	0	6
Protus insolens Simon, 1879	12	0	25	37
LANIATORES – ESCADABIIDAE				
Escadabiidae sp.1	5	3	0	8
LANIATORES – GONYLEPTIDAE				
Ampycinae gen.sp.n	8	2	0	10
Discocyrtus sp.1	2	1	0	3
LANIATORES – MANAOSBIIDAE				
Saramacia lucasae (Jim and Soares, 1991)	14	0	32	46
	37	2	2	41
LANIATORES – SAMOIDAE				
Samoidae sp.1	0	179	0	179
LANIATORES – STYGNIDAE				
Imeri sp.1	9	8	39	56
Protimesius longipalpis (Roewer, 1943)	6	0	0	6
Stygnidius sp.1	21	7	180	208
Stygnus pectinipes (Roewer, 1943)	41	1	7	49
LANIATORES – ZALMOXIDAE				
Zalmoxidae sp.1	5	5	208	218
Total	667	236	1238	2141

O número total de espécies foi semelhante entre as duas áreas, com 26 espécies amostradas na FEX-UFAM e 27 espécies amostradas em Porto Urucu. A curva de acumulação de espécies para a busca visual noturna aumentou mais rapidamente do que as outras técnicas, indicando que este foi o método mais eficaz para coletar opiliões em ambos os locais (**Figura 3**). Em ambas as áreas, a busca ativa noturna amostrou o maior número de espécies (FEX-UFAM 20, Urucu 24), e o maior número de espécies exclusivas (FEX-UFAM 13, Urucu 3) (**Tabelas II e III**). Os resultados de outros métodos foram menos congruentes entre os dois sítios. Na FEX-UFAM, a triagem de serapilheira amostrou mais espécies do que o batedor de vegetação; entretanto, ambos os métodos, amostraram número similar de espécies em Porto Urucu (**Figura 3**). A amostragem feita pelo extrator de Winkler em Porto Urucu foi o único método de amostragem que não atingiu a assíntota.

A composição de espécies de opiliões (**Figura 4**) diferiu entre os métodos de amostragem em ambos os locais (MANOVA: $F_{2,75} = 84,891$; $P = 0,001$ e $F_{2,94} = 118,39$; $P = 0,001$, para FEX-UFAM e Porto Urucu, respectivamente). Apesar do fato de que a busca noturna mostrou mais sobreposição com as outras técnicas, a composição das assembleias amostradas com o batedor de vegetação e com a triagem de serapilheira foram notavelmente diferentes em ambos os locais, destacando o papel das características do microambiente para as espécies de opiliões.

A substituição de espécies diferiu entre os métodos de amostragem somente na FEX-UFAM (*PERMDISP*, $F_{2,75} = 3,962$, $P = 0,023$), em que a busca noturna foi a técnica com a menor substituição de espécies (menor distância média do centróide). No entanto, o batedor de vegetação e a triagem de serapilheira não diferiram significativamente na substituição de espécies (teste de Tukey; $P = 0,28$), indicando que a heterogeneidade das assembleias amostradas por meio de cada técnica é semelhante. A substituição de espécies foi semelhante entre os diferentes métodos de amostragem em Porto Urucu (*PERMDISP*, $F_{2,94} = 2,664$, $P = 0,074$).

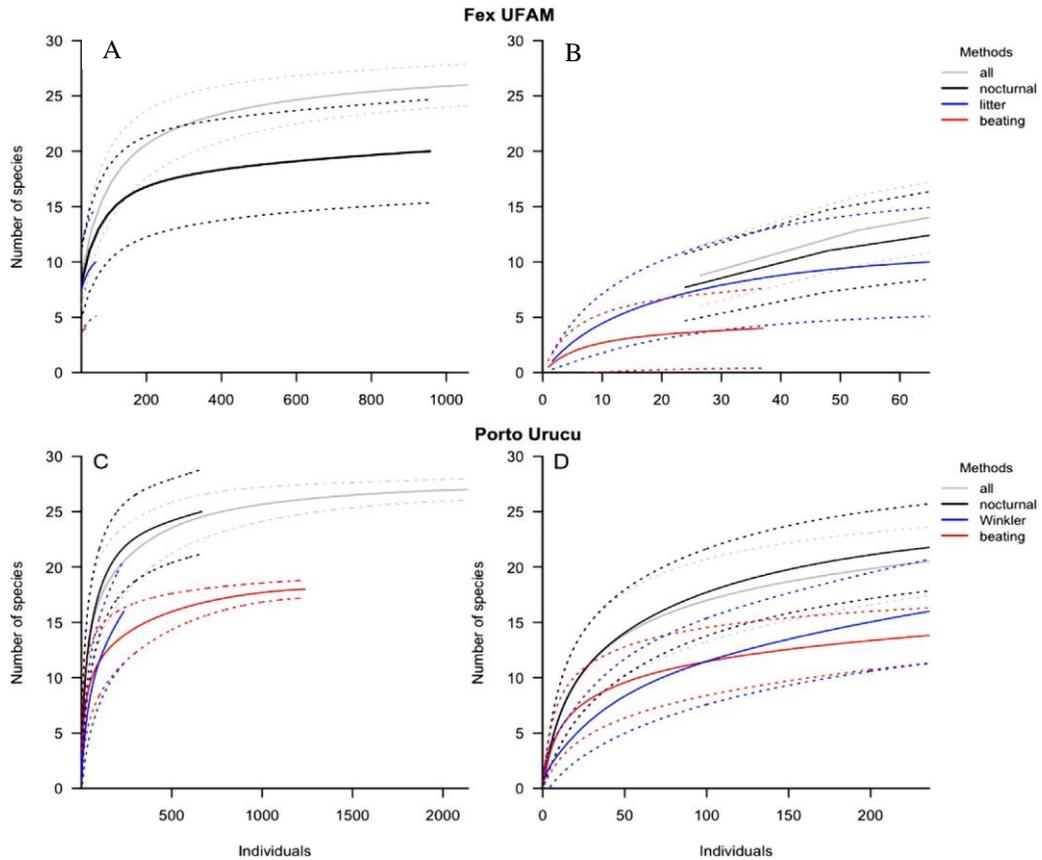


Figura 3 – Curvas de acumulação de espécies de opiliões por método de coleta. (A) Diferenças nos métodos de coleta levam a grandes diferenças no número de indivíduos coletados na FEX-UFAM. (B) As mesmas curvas de FEX-UFAM truncadas a 70 indivíduos. (C) Curvas de acumulação de espécies para os três métodos de amostragem em Porto Urucu. (D) As mesmas curvas de Porto Urucu truncado ao número total de indivíduos coletados com o método de Winkler. Todas as curvas são baseadas em amostras redimensionadas para indivíduos (Gotelli e COLWELL 2001). As linhas tracejadas mostram o intervalo de confiança de 95% para cada curva.

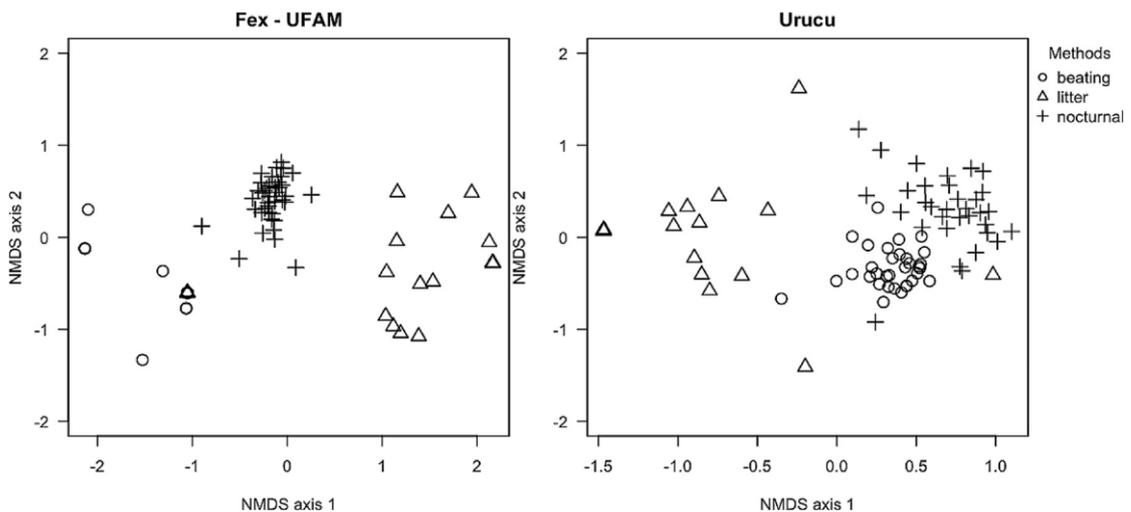


Figura 4 - Ordenação de NMDS indicando a complementaridade na composição de espécies amostradas com os três métodos de coleta em 40 parcelas da FEX-UFAM e 33 parcelas em Porto Urucu, na Amazônia brasileira. No caso dos triângulos, estes representam os espécimes coletados na liteira, manualmente na FEX-UFAM e com o extrator de Winkler em Porto Urucu.

Relações com gradientes ambientais

A análise RDA mostrou que a composição total da assembleia de opiliões para todos os dados coletados da FEX-UFAM, usando todos os métodos, foi significativamente correlacionada com a profundidade da serapilheira média, com a distância do igarapé mais próximo, com a altitude e com o número de palmeiras. Este padrão não foi detectado somente analisando a amostra da triagem de folhço ou do batedor de vegetação (**Tabela IV**). A assembleia de opiliões amostrada pela busca ativa noturna foi a única que respondeu de forma semelhante ao conjunto de dados combinados (**Tabela IV**).

Tabela IV- Variância na composição da assembleia por método de coleta, explicada pelas variáveis ambientais na Análise de Redundância (RDA) amostradas na FEX-UFAM. As variáveis preditoras utilizadas nas análises RDA foram a média da profundidade da serapilheira, a distância até o igarapé mais próximo, a altitude e o número de palmeiras.

Métodos de coleta	R2adj	F	P
Todos combinados	0.154	1.601	0.035*
Profundidade da serapilheira		1.456	0.161
Distância do igarapé mais próximo		1.919	0.065
Altitude		0.669	0.687
Número de palmeiras		2.266	0.038*
Batedor de Vegetação	-0.113	0.618	0.860
Profundidade da serapilheira		0.396	0.829
Distância do igarapé mais próximo		0.678	0.549
Altitude		1.261	0.235
Número de palmeiras		0.288	0.865
Coleta manual de Liteira	0.053	1.297	0.210
Profundidade da serapilheira		1.767	0.118
Distância do igarapé mais próximo		0.942	0.430
Altitude		1.818	0.124
Número de palmeiras		0.434	0.832
Busca Visual Noturna	0.155	1.605	0.038*
Profundidade da serapilheira		1.403	0.197
Distância do igarapé mais próximo		1.962	0.059
Altitude		0.598	0.765
Número de palmeiras		2.355	0.034*

Discussão

Neste trabalho, foi testada a eficiência de quatro métodos de amostragem utilizados com frequência para descrever a composição da assembleia de opiliões. Cada método concentra-se em um microhabitat diferente, porque as espécies de opiliões variam entre os microhabitats (ORGULHOSO *et al.* 2012). A técnica do batedor de vegetação concentra-se no estrato herbáceo e arbustivo, a triagem manual de folhicho e o estrator de Winkler capturam espécies que habitam a serapilheira e, por fim, a busca ativa noturna acessa, pelo menos, quatro tipos diferentes de microhabitats também acessados usando os dois primeiros métodos, além de capturar opiliões ativos em seu período de atividade. Os quatro métodos foram complementares, registrando a amostragem de diferentes assembleias de opiliões. Portanto, quando combinados, esses quatro métodos podem resultar em um melhor padrão da diversidade opiliões.

Embora o batedor de vegetação normalmente registre menos espécies, trata-se de um método consistente para amostrar famílias e espécies específicas das florestas da Amazônia, tais como os pequenos Fissiphalliidae. Estas espécies são principalmente arbóreas e vivem em fendas e na superfície das folhas (TOURINHO; PÉREZ-GONZÁLEZ, 2006). O batedor de vegetação também amostra algumas espécies terrestres noturnas que usam a vegetação suspensa como refúgio durante o dia (espécies de Cosmetidae, Gagrellinae, Manosbiidae e às vezes Stygnidae na Amazônia). A grande abundância de palmeiras com serapilheira suspensa em suas folhas explica a assembleia de opiliões com exemplares incomuns e riqueza elevada coletados por meio do batedor de vegetação em Porto Urucu. Nestas amostras, Cosmetidae, Gagrellinae, Manosbiidae e Stygnidae representaram a maior parte das espécies. Este método é frequentemente usado para aranhas, mas não normalmente para opiliões. Isto se deve provavelmente ao fato de que na maioria dos sítios Neotropicais o número de espécies de opiliões capturados utilizando o batedor de vegetação é muito baixo ou zero. Recentemente, este método foi mais empregado em estudos de opiliões na bacia amazônica, mas ainda ocasionalmente comparado com as outras técnicas. Como esta exige um grande esforço físico e

tempo de campo, ela deve ser usada apenas se for necessário um inventário mais detalhado da comunidade de opiliões.

Foi amostrado no presente trabalho um número equivalente de espécies em relação a estudos anteriores (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; BONALDO *et al.* 2009). No entanto, esta pesquisa teve um menor número de *singletons* para as florestas da Amazônia, especialmente se o esforço de amostragem for levado em conta. Este resultado foi refletido nas curvas de acumulação, onde o número de espécies amostradas tendeu a estabilizar. A maior parte das curvas de acumulação sugerem que o presente esforço de amostragem foi razoável para estimar a diversidade local dos opiliões e sua relação com os microhabitats. A única exceção foi para o extrator de Winkler utilizado em Porto Urucu. A triagem manual de folhiço na FEX-UFAM identificou um pequeno número de espécimes de serapilheira, apesar de ampla ter sido a busca com este método. Isso resulta na necessidade de uma análise mais aprofundada sobre a eficiência dos métodos de amostragem, pois não foi possível identificar até que ponto as diferenças entre o número de opiliões amostrados pelo extrator de Winkler e pela triagem manual da serapilheira estão relacionadas às características específicas do local.

Em ambos os locais, a composição de espécies diferiu entre os métodos de amostragem, mas a substituição de espécies (dispersão da composição da assembléia) foi diferente apenas na FEX-UFAM. Esta diferença foi relacionada com a baixa substituição de espécies encontradas nas amostras noturnas. No geral, estes resultados sugerem que uma parte significativa das espécies de opiliões coletados por cada método também foram amostrados de forma eficaz na maioria das parcelas. Recursos específicos de cada microhabitat podem explicar as diferenças na composição das assembleias amostradas com os diferentes métodos. Por exemplo, grande parte das espécies de opiliões parece precisar de requisitos específicos para completar seu ciclo de vida. Assim, as características dos diferentes microhabitats têm sido reconhecidas como um fator importante que controla a distribuição das espécies de opiliões em outras regiões (ORGULHOSO *et al.* 2012). Na verdade, apesar das armadilhas de queda (pitfall) terem sido sugeridas

como o melhor método para estudos da comunidade (CURTIS, 2007), normalmente, a maioria das espécies de opiliões e maioria dos indivíduos deste grupo são coletados manualmente através da busca ativa noturna (PINTO-DA-ROCHA; BONALDO, 2006; TOURINHO; PÉREZ-GONZÁLEZ, 2006; BONALDO *et al.* 2009). A preferência pela utilização deste método encontra-se relacionada com a atividade noturna da maioria das espécies de opiliões, que encontram-se ativos em diferentes microhabitats possíveis de serem investigados.

Dessa forma, reunir dados coletados por três métodos foi o mais apropriado para amostrar mais espécies no sítio de estudo. No entanto, a combinação de diferentes métodos não era necessária para recuperar as relações gerais entre a composição de espécies e o ambiente. Como métodos diferentes amostraram diferentes assembleias, não é surpreendente que cada assembleia respondeu de maneira diferente para as mesmas variáveis ambientais consideradas. Os resultados aqui apresentados reforçam estudos anteriores que sugerem que a composição de opiliões podem responder à variação em alguns descritores ambientais e na estrutura do habitat, como a profundidade da serapilheira e altitude (BRAGAGNOLO *et al.* 2007; CURTIS; MACHADO, 2007; ORGULHOSO *et al.* 2012). Todavia, somente a busca noturna foi capaz de recuperar o padrão ecológico principal detectado com todos os métodos combinados. O resultado evidencia que a correlação existente entre as variáveis ambientais e todos os métodos de amostragem combinados é de fato alcançado basicamente por meio da análise dos dados da busca ativa noturna. A pesquisa noturna também mostrou uma curva de acumulação de espécies semelhante à curva de acumulação global, além de coletar mais espécies exclusivas do que todos os outros métodos. Por conseguinte, esta técnica pode consistir em um bom substituto para o esforço com as demais, visto que evidencia as relações entre o ambiente e a composição de espécies, além de amostrar a maioria das espécies de uma área.

A redução do número de métodos de amostragem diminui o número de espécies amostradas, provavelmente diminuindo o número de habitats acessados, mas também diminui a redundância da amostragem, economizando tempo e

dinheiro, evitando ainda ofuscar relações ambientais com a assembleia de opiliões. Portanto, onde o tempo e os custos econômicos limitarem o número de técnicas aplicadas, como na maioria dos programas de monitoramento da biodiversidade amazônica, o uso da busca noturna ativa por si só é uma boa alternativa para amostrar a comunidade de opiliões adequadamente.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 2001. V. 26, p. 32-46.

ANDERSON, M. J.; ELLINGSEN, K. E.; MCARDLE, B. H. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol. Lett.*, 2006. V. 9, p. 683–693.

BARBOSA, R. I.; SILVA, L. F. S. G.; CAVALCANTE, C. O. Protocolo Necromassa: Estoque e Produção de liteira grossa. Programa de Pesquisa em Biodiversidade, Boa Vista, Roraima, 2009.

BONALDO, A. B. et al. Inventário e História dos aracnídeos naturais da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. In: (Ed.) LISBOA, L. B., Caxiuanã: Desafios Para a Conservação de Uma Floresta Nacional na Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, 2009. P. 545-588.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. *Numerical Ecology with R*. Springer. Nova York, EUA, 2011.

BRAGAGNOLO, C.; PINTO-DA-ROCHA, R., Diversidade de opiliões no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Brasil. *Biota Neotropica*, 2003. V. 3, p.1-18.

BRAGAGNOLO, C. et al. Harvestmen in an Atlantic forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biol. Conserv.*, 2007. V.139, p. 389-400.

CARDOSO, P., et al. Assessing spider species richness and composition in Mediterranean cork oak forests. *Acta Oecol.*, 2008. V. 33, p. 114-127.

CARVALHO, J. C. et al. Determinants of beta diversity of spiders in coastal dunes along a gradient of mediterraneity. *Divers Distrib.*, 2011. V.17, p. 225-234.

CODDINGTON, J. A. et al. Projetando e protocolos de amostragem de teste para estimar a biodiversidade em ecossistemas tropicais Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. In DUDLEY, C. E. (Ed.), *The Unity of Evolutionary Biology: Proceedings of the Fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology*. Dioscorides Press, Portland, Oregon, 1991. p. 44-60.

CODDINGTON, J. A. et al. Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *J. Anim. Ecol.*, 2009. V. 78, p. 573-84.

COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E. The need for large-scale, integrated studies of biodiversity the experience of the program for biodiversity research in Brazilian Amazonia. *Nat Conservacao*, 2010. V. 8, p. 3-12.

COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E.; LUIZÃO, R. C. C. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *J. Ecol.* 2005. V. 93, p. 863-878.

CURTIS, D. J. Methods and techniques of study: ecological sampling. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of the Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, 2007. p. 489-494.

CURTIS, D. J.; MACHADO, G. Ecology. In: PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G., GIRIBET, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of the Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, 2007. P. 280-308.

EMILIO, T. et al. Soil physical conditions limit palm and tree basal area in Amazonian forests. *Plant Ecol. Divers.*, 2013. V.7, p. 215–229.

GARDNER, T. A. et al. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecol. Lett.*, 2008. V.11, p.139-150.

GIRIBET, G.; KURY, A. B. Phylogeny and biogeography. In: (Eds.) PINTO-DA-ROCHA, R.; MACHADO, G.; GIRIBET, G., Harvestmen: The Biology of the Opiliones. Harvard University Press, Cambridge, 2007. p. 62-87.

HOPKINS, M. J. G. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. Rodriguésia, 2005. V. 56, p. 9-25.

KURY, A. B. Classificação de Opiliones. Museu Nacional / UFRJ website, 2011. Disponível em: <<http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/opiliones.html>> Acesso em 20 abril de 2012.

LAWTON, J. H. et al. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, 1998. V. 39, p.72-76.

LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J.; COLWELL, R. K. The ant fauna of tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 2002. V. 83, p. 689-702.

LUIZÃO, R. C. C. et al. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a Central Amazonian Forest. *Global Change Biol.*, 2004. V.10, p. 592-100.

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD, Uma modificação do Método de Gentry parágrafo Inventários de biodiversidade em Sítios Pará Pesquisa Ecológica de Longa Duração. *Biota Neotropica* (Ed. Portuguesa), 2005. V.5, p.1-6.

MESTRE, L. A. M.; PINTO-DA-ROCHA, R. Population dynamics of an isolated population of the harvestmen *Ilhaia cuspidata* (Opiliones: Gonyleptidae), in Araucaria Forest (Curitiba, Parana, Brazil). *J.Arachnol.*, 2004. V.32, p.208-220.

MINCHIN, P. R. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio*, 1987. V.69, p.89-107.

MIRANDA, E. E. Brasil em Relevo. Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>> . Acesso em 15 janeiro de 2011.

OKSANEN, J. et al. Vegan: Community Ecology Package. R Package Version 1.17-6, 2011.

OLIVEIRA, M.L. et al. Reserva Ducke: a biodiversidade Amazônica através de uma grade. Editora INPA, Manaus, 2011.

PERES-NETO, P. R. et al. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. Ecology, 2006. V.89, p. 2614-25.

PEZZINI, F. F. et al. The Brazilian Program for Biodiversity Research (PPBio) Information System. Biodivers. Biodivers. Ecol., 2012. V. 4, p. 265-274.

PINTO-DA-ROCHA, R.; BONALDO, A. B. A structured inventory of Harvestmen (Arachnida, Opiliones) at Juruti River plateau, State of Pará, Brazil. Revista Ibérica de Aracnología, Zaragoza, 2006. V.13, p.155-162.

PINTO-DA-ROCHA, R. et al. Harvestmen in an Atlantic forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. Biol. Conserv., 2007. V. 139, p. 389-400.

ORGULHOSO, D. N. et al. Diversity and habitat use of neotropical harvestmen (Arachnida: Opiliones) in a Costa Rican Rainforest. ISRN Zoologia, 2012. p. 1-16.

REGO, F. N. A. A. et al. A contribution to the knowledge of the spider fauna (Arachnida: Araneae) of the floodplain forests of the main Amazon River channel. Revista de Aracnología, 2009. V.17, p. 85-96.

RIBEIRO, J.E. L. S. et al. Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de Uma floresta de terra firme na Amazônia Central. INPA, Manaus, 1999..

SCHARFF, N. et al. When to quit? Estimating spider species richness in a northern European deciduous forest. *Arachnol J*, 2003. V. 31, p. 246-273.

SOUZA, J. L. P. et al. Trade-offs between complementarity and redundancy in the use of different sampling techniques for ground-dwelling ant assemblages. *Appl Soil Ecol*, 2012. V. 56, p. 63-73.

TOURINHO, A. L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. On the family Fissiphalliidae Martens, 1988, with descriptions of two new Amazonian species (Arachnida: Opiliones: Laniatores). *Zootaxa*, 2006. V. 1325, p. 235-254.

VENTICINQUE, E. M. et al. A araneofauna das Várzeas do Rio Amazonas: Padrões de Distribuição e Estado do Conhecimento Atual. In: ALBERNAZ, A. L. K. M. (Ed.) Bases Científicas do Pará uma Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Biogeográficas Regiões e Áreas Prioritárias Indicação de um parágrafo Conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2008. p. 179 - 198.

CONCLUSÃO GERAL

Este estudo não apresentou objetivos taxonômicos, mas focou em contribuir com um conhecimento básico relacionado à identificação de material em laboratório, bem como a seu correto acondicionamento em uma coleção, os quais constituem a base para um trabalho ecológico mais robusto, com um olhar mais refinado sobre os padrões ecológicos investigados.

O conhecimento sobre a ordem Opiliones, apesar de bem consolidado na região Centro-Sul do Brasil, é escasso para a região amazônica, devido em boa parte à grande área de abrangência deste bioma e suas dificuldades de acesso. A diversidade de opiliões amazônicos ainda é praticamente desconhecida em razão dos poucos estudos sistematizados realizados com o grupo, sendo o presente trabalho o primeiro inventário padronizado realizado para a Amazônia Central,

focado na diversidade e aspectos ecológicos desta ordem. Este trabalho empregou protocolos de coleta que otimizaram a coleta de opiliões juntamente com outros aracnídeos. Neste estudo foram coletados representantes de 28 espécies e morfoespécies, distribuídos em 12 famílias, sendo Cosmetidae e Sclerosomatidae as mais abundantes e Stygnidae, Manosbiidae e Sclerosomatidae as mais ricas. Até o momento, apenas oito espécies coletadas são conhecidas previamente para a região, o que indica a possibilidade de até 71% de novos registros para Manaus. Foram diagnosticadas três novas famílias para o Estado do Amazonas (Agoristenidae, Kimulidae e Samoidae), ampliando a distribuição destas para a Amazônia Central.

As análises realizadas sobre o padrão de distribuição espacial destes aracnídeos na grade do PPBio da FEX-UFAM mostraram que, apesar da sobreposição, há uma separação entre as assembleias coletadas por cada método de amostragem. As variáveis adotadas neste estudo não evidenciaram um forte padrão de substituição de espécies nos gradientes ambientais para a escala investigada, o que nos permite inferir que os fatores ambientais que determinam a distribuição espacial de opiliões em florestas úmidas com um gradiente altitudinal pouco acentuado sejam relacionados aos microhabitats e variações microclimáticas, o que geram padrões mais sutis.

Em virtude dos aspectos climáticos e de estrutura do habitat serem os fatores que determinam a ocorrência das espécies de opiliões, ao se investigar os padrões ecológicos destes em florestas tropicais, deve-se levar em conta aspectos relacionados à umidade, precipitação e temperatura. Mesmo que não haja uma estação com baixas temperaturas, as condições que envolvem a sazonalidade característica da região Amazônica devem ser considerados, principalmente em relação às espécies dependentes da serapilheira, que sofrem diretamente os efeitos das épocas mais secas.

O protocolo adotado aqui foi adaptado de diversos estudos realizados com aracnídeos, de uma forma geral. Entretanto, durante as coletas foi possível observar que os opiliões podem ser mais facilmente encontrados em locais específicos, seja durante a coleta noturna ou mesmo utilizando batedores de vegetação. Os locais mais propícios para encontrá-los são geralmente associados à presença de matéria

em decomposição ou disponibilidade de abrigos. Um protocolo específico e direcionado à investigação desses habitats em escala mais fina, bem como a disponibilidade de dados ambientais relativos a estruturação desses habitats e variações microclimáticas, associado a coletas padronizadas ao longo do ano, amostrando a mesma área em diferentes épocas, permitirá inferências mais robustas sobre os fatores que determinam a distribuição espacial dos opiliões em áreas tropicais com gradientes ambientais pouco acentuados. Por fim, este trabalho propõe que seja dada continuidade à discussão e testes de protocolos de coleta diferenciados para a ordem Opiliones.

REFERÊNCIAS DAS NORMAS UTILIZADAS

BARBALHO, C. R. S.; MORAES, S. O. Guia para normalização de teses e dissertações. Manaus: UFAM, 2003.