

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E FATORES CONDICIONANTES DA
RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE OPILIÕES NA VÁRZEA DO RIO
AMAZONAS – BRASIL (ARACHNIDA: OPILIONES)**

Ana Lúcia Miranda Tourinho

Manaus, Amazonas

Novembro, 2007

Ana Lúcia Miranda Tourinho

**PADÕES DE DISTRIBUIÇÃO E FATORES CONDICIONANTES DA
RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE OPILIÕES NA VÁRZEA DO RIO
AMAZONAS – BRASIL (ARACHNIDA: OPILIONES)**

Orientador: Dr. Eduardo Martins Venticinque

Co-orientador: Dr. Adriano B. Kury

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia.

Manaus, Amazonas

Novembro, 2007

F393 Tourinho, Ana Lúcia Miranda

Padrões de Distribuição e Fatores Condicionantes da Riqueza e Composição de Opiliões na Várzea do Rio Amazonas – Brasil (Arachnida, Opiliones) / Ana Lúcia Miranda Tourinho. -- Manaus: INPA/UFAM, 2007.

124f.: il.

Tese (Doutorado)--INPA/UFAM, Manaus, 2007.

Orientador: Dr. Eduardo Martins Venticinque

Co-orientador: Dr. Adriano B. Kury

Área de concentração: Ecologia.

1. Opiliões - Amazônia.
2. Biogeografia.
3. Ecologia de paisagem.
4. Ecologia de comunidades.

Sinopse:

Medidas da distância geográfica (longitude) e da estrutura da paisagem (áreas de florestas inundáveis, áreas alagadas, campos e a variação do coeficiente de altitude) ao longo da várzea do complexo Solimões-Amazonas foram levantadas para que seus efeitos sobre a comunidade de opiliões pudessem ser avaliados. A hipótese de que o rio Negro, possa representar um limite para a distribuição de espécies de opiliões da várzea foi formalmente testada. Modelos de distribuição preditiva das espécies com maiores ocorrências foram gerados a fim de prever a probabilidade de fatores climáticos (temperatura e precipitação), do relevo (altitude) e o stress hídrico influenciarem a distribuição de espécies ao longo desse sistema. A comunidade de opiliões da várzea do Solimões–Amazonas foi separada em duas zonas biogeográficas marcadas pela entrada do rio Negro e, apesar dos fatores estruturais da paisagem terem exercido influências no padrão de distribuição em duas zonas, essa variação está fortemente relacionada com o gradiente geográfico, que foi o fator de maior influência sobre o padrão apresentado.

Palavras-chave: 1. Opiliões; 2. Biogeografia; 3. Ecologia de Paisagem; 4. Ecologia de Comunidades; 5. Várzea do Solimões-Amazonas; 6. Gradiente Longitudinal.

Agradecimentos

À minha mãe Jocília e padrasto pelo estímulo e apoio incondicional, sem a ajuda de vocês dois eu jamais ultrapassaria certas etapas, muito obrigada por tudo. Ao meu pai pelas palavras de conforto e pelo apoio em momentos difíceis da fase final deste trabalho. Ao Fabio Röhe pelo companheirismo e amor, por todas as sugestões, pelo auxílio prestado em diferentes momentos, pela ajuda oferecida mesmo com a nossa distância.

Aos meus orientadores Dadão e Adrik pela orientação, por todas as discussões, e, sobretudo pela amizade. Ao Dadão, Dado, Eduardo, pela simpatia e bom humor com os quais sempre me recebeu, por ter me dado a chance de tornar realidade o sonho de unir a taxonomia e sistemática à ecologia e biologia da conservação, por me apresentar ao mundo da modelagem, das equações, *buffers*, pixels, e dos índices, e pela ajuda com o Maxent e no final deste trabalho.

Ao meu querido Adrik, por ter me dado sólida formação científica, pelo apoio ao longo desses 10 anos. Por tudo que fez por mim, todo estímulo, crédito, e confiança, por ter me ensinado o que sabia e além do que era necessário para formar um bom cientista. Obrigada, também, pelos conselhos que me ajudaram a construir uma carreira de sucesso. Por tantas longas horas de discussão científica, trabalho produtivo, diversão e risadas compartilhados em nosso “aracnomuquifo” ou no seu “aracnoapê”.

Aos queridos aracno-amigos: A Regiane, devo mais do que agradecimentos, pelo seu grande companheirismo e grande amizade, muito obrigada! Pela imensa ajuda com confecção de milhões de planilhas, tabelas e análises ecológicas, por me ajudar quando o tempo apertou e sobrou pouco mais de uma semana para a entrega, montando as tabelas, fazendo acabamento de mapas, e organizando todo o layout dos resultados que compõem o capítulo 2. Sem seu apoio, sua ajuda fundamental, eu nunca finalizaria esse trabalho em tempo para implementar meu pós-doc. A Clarissa pelo incentivo, bom humor e grandes risadas conjuntas, pelos livros emprestados que contribuíram para que eu enriquecesse este trabalho. Ao Abel Cubanildo por me iniciar no mundo dos minúsculos Zalmoxoidea. Ao Shake por aturar e sempre atender a todos os meus pedidos, enviando bibliografia, catando opiliões na coleção do Museu e me fazendo rir, Menudex por milhões de auxílios pequenos via internet e e-mail. Ao Felipe e a Cris por responderem as minhas questões e dúvidas relativas as coletas da fase inicial do projeto, da qual não participei. Felipão sempre ajudando, apoiando, e participando com tudo que podia via internet.

Ao Mario “encantador de passarinhos”, que colaborou participando da banca de qualificação, e depois me convidando para amostrar em um dos pontos deste estudo, através do plano de manejo da RDS Piranha, realizado pela SDS. Mario ainda elaborou uma das cartas de recomendação responsáveis pelo *grant* recebido junto ao Museum of Comparative Zoology – Harvard University e vem incluindo os aracnídeos em projetos de inventários na Amazônia, ainda disponibilizou publicações suas, ainda no prelo, para que eu pudesse consultar e citar.

A Albertina Lima e Flávia Costa pelo apoio que sempre me deram, e pelos recursos logísticos e laboratoriais. A Albertina Lima e principalmente à Claudia Keller, representando a Coordenação do curso de Pós-graduação em Ecologia do INPA, pelos auxílios concedidos para as viagens ao Uruguai e Alemanha. Pela boa vontade e toda orientação que sempre me deram, contribuindo para que eu atingisse metas e resolvesse da melhor forma possível problemas diversos. As Secretárias da Pós-graduação da ecologia, Bev e Rose, por tudo! Resolvendo todos os pepinos inimagináveis, atentas o tempo todo a tudo. Muito obrigada.

Ao Augusto Henriques e sua equipe por conceder espaço e recursos laboratoriais da coleção de invertebrados do INPA, boas conversas e boas risadas e excelentes churrascos. Ao Moa por ajudar em diferentes momentos de diferentes formas, por transformar os dias em dias alegres, de boa conversa e atmosfera. Ao Célio Magalhães pelo apoio ao grupo aracnológico da coleção, por estimular nosso trabalho e apoiar o nascimento de um núcleo aracnológico no INPA.

Aos amigos do coração: Ana Raquel, Bogs, Clarissa, Grazi, Lu, Nete, Manô, Machu, Fê, Renas e Regi por me darem o grande prazer de compartilhar a vida com vocês. Ao Machu, ainda por sempre me salvar quando um computador morreu, ou quando um tal de arquivo java foi necessário para instalar programas abertos complexos, meu grande obrigada!

À Capes pela bolsa concedida, ao PróVárzea IBAMA pelo financiamento da pesquisa e a SDS pela logística e possibilidade de amostragem na RDS Piranha.

Ao laboratório de aracnologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro pelos recursos laboratoriais concedidos, por deixarem a porta sempre aberta para mim, jamais deixei de me sentir em casa mesmo com tanta distância.

Ao Edinaldo Nelson e José Albertino Rafael por disponibilizarem o Microscópio ótico de seus laboratórios, ao Edinaldo Nelson obrigada também pelo apoio e pela indicação para atuar no projeto Butantan na Amazônia.

Ao Museum of Comparative Zoology (MCZ) pelo *grant* – The Ernest Mayr travel grant in animal systematic – concedido para visitar a coleção de tipos na Alemanha.

Ao Peter Jäger, curador da coleção de aracnídeos do museu Senckenberg, e sua equipe Dirk Kunz e Julia Altman pela excelente acolhida e toda a ajuda prestada durante os 30 dias de estadia e de aluguel opilionológico.

E, por fim, meus sinceros agradecimentos a todos os referees que compuseram a banca de avaliação desta tese, Abel Pérez, Adalberto Santos, Ana Albernaz, Gustavo Romero, Glauco Machado, Jon Coddington, Ricardo Pinto-da-Rocha, por se disponibilizarem a ler e dar um parecer sobre este trabalho em 15 dias, de modo que eu pudesse titular a tempo de implementar minha bolsa de pós-doutorado.

RESUMO

Entender que processos influenciaram a diversificação de espécies na Amazônia tem sido um dos grandes objetivos de muitos cientistas. Entretanto, este parece ser um processo complexo e seus principais fatores devem variar em diferentes grupos taxonômicos. A Amazônia sofreu uma série de intensas modificações ao longo de 90 milhões de anos, e fatores geológicos, históricos e ecológicos tiveram um importante papel na configuração atual de sua biodiversidade. Muitas teorias foram propostas e há controvérsias até o presente. Neste estudo procuramos investigar se as variações na composição, riqueza e abundância de espécies de opiliões podem ser influenciadas pelo gradiente de distância geográfica e pelos gradientes estruturais da paisagem, medidos pelas porcentagens de florestas alagadas e secas, de área alagada, de campos, terra-firme, e do índice de heterogeneidade do relevo. Avaliamos os padrões de distribuição das espécies de opiliões ao longo do gradiente geográfico, e as probabilidades de distribuição de 7 espécies em função de variáveis climáticas de temperatura e precipitação, da altitude e o stress hídrico. A presença do rio Negro como um limite de distribuição de espécies de opiliões também foi investigada.

A área de estudo é a várzea do Solimões –Amazonas, especificamente a calha da várzea. Os ambientes de várzea foram amostrados por meio de um transecto longitudinal de 3.200km, de Tabatinga, no estado do Amazonas até Gurupá, no Pará. Foram estabelecidas de quatro a oito parcelas de 150 m² para a captura de opiliões (30 x 5 m), e a coleta foi feita usando batedores de vegetação e coleta manual noturna. A comunidade de opiliões da várzea do Solimões–Amazonas foi separada em duas zonas biogeográficas marcadas pela entrada do rio Negro, que marca uma zona de ruptura na similaridade das espécies. Apesar dos fatores estruturais da paisagem terem exercido influências no padrão de distribuição em duas zonas, essa variação está fortemente relacionada com o gradiente geográfico, fator de maior influência sobre o padrão apresentado, por meio de efeitos diretos e indiretos sobre a estrutura da paisagem e sobre a comunidade. Os modelos preditivos de distribuição por máxima entropia corroboram o padrão de distribuição das espécies amostradas e sugerem também distribuições em duas zonas para as espécies testadas.

ABSTRACT

One of the major interests of researchers working with biodiversity in the Amazon basin has been focused on the process that has influenced the diversification of species in this region. However, the process seems to be complex and influenced by different factors that may change among different *taxa*. The Amazon basin has undergone a series of large modifications for at least 90 millions of years, before present. Geologic, historic and ecological factors have played an important role on the recent biodiversity pattern. Many theories have been proposed and they are all controversial in many opinions. In this study the variation on the harvestmen species composition, richness and abundance through geographic gradient of longitude and e landscape structural variation have been investigated. Landscape variables were measured by the percentage of flooded and dried forests, flooded area, and percentage of fields, upland forest, and the index of land heterogeneity. The patterns of distribution of harvestmen species were evaluated along the geographic gradient, and the distributions probabilities of 7 species in relation of climatic variables, temperature and precipitation, and altitude and hydro stress, the Negro river acting as barrier for species distribution on the floodplains of Solimões-Amazonas were also formally tested.

The study area was the Solimões-Amazonas floodplains. Samplings were carried out in a longitudinal transect of 3200 km, from Tabatinga, Amazonas state, and Gurupá, Pará state, in Brazil. Four from eight plots of 150 m² were fixed for capturing specimens (30 x 5 m), in each plot harvestmen were captured by beating and visual nocturnal search. The harvestmen community was split up in two different biogeographic zones separated by the Negro, which is a breaking zone for species similarity. The structural factors of landscape has influence on the distributional patterns in two different zones, however this variation is largely related with the longitudinal gradient. Longitude was the strongest factor affecting this pattern by indirect and direct effect on landscape variation and on the community. Maximum entropy predictive models corroborated the harvestmen patterns of distribution and suggest the distribution in two different regions for the tested species.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de Pontos amostrados	17
Artigo 1	
Tabela 1. Subordens de Opiliones por número de indivíduos.....	41
Tabela 2. Lista das espécies identificadas.....	41
Tabela 3. Tipos examinados para a identificação das espécies.....	43
Artigo 2	
Tabela 1. Ordenação riqueza observada e estimada com a longitude.....	68
Tabela 2. Porcentagem de variação dos dados originais explicada por PCs.....	68
Tabela 3. Cargas das variáveis ambientais em relação a cada componente principal.....	68
Tabela 4. Valores das regressões lineares simples de PCs com a Longitude.....	69
Tabela 5. Valores da Regressão linear múltipla e simples com a riqueza observada para cada <i>buffer</i>	69
Tabela 6. Valores da Regressão linear múltipla e simples com a riqueza estimada para cada <i>buffer</i>	70
Tabela 7. Resultado da Manova com a posição da comunidade.....	70
Tabela 8. Valores da Regressão linear múltipla e simples com a composição pelo segundo eixo de NMDS.....	70
Tabela 9. Valores da Regressão linear múltipla e simples com a composição pelo primeiro eixo de NMDS.....	70
Artigo 3	
Tabela 1. Contribuição das variáveis para a construção do modelo de probabilidades.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delineamento amostral.....	18
Artigo 2	
Figura 1. Dissimilaridade na composição da comunidade.....	74
Figura 2. Gráfico da Longitude com o primeiro componente principal.....	74
Figura 3. Análises de Rotas.....	75
Figura 4. Parciais da regressão do primeiro componente principal.....	76
Figura 5. Análises de rotas para riqueza estimada.....	77
Figura 6. Parciais da regressão do primeiro componente principal riqueza estimada.....	76
Figura 7. Gráfico da Longitude com as riquezas observada e estimada.....	76
Figura 8. Análises de rotas com a composição qualitativa.....	77
Figura 9. Análises de rotas com a composição quantitativa.....	78
Figura 10. NMDS com a matriz quantitativa e qualitativa.....	79
Figura 11. Gráficos do primeiro eixo de NMDS com a matriz qualitativa....	79
Figura 12. Gráfico da longitude e do primeiro eixo de NMDS da matriz qualitativa.....	80
Artigo 3	
Figura 1. Ordenação direta das espécies pela longitude.....	109
Figura 2. Ordenação direta das espécies de Cosmetidae e Gagrellinae.....	110
Figura 3-11. Mapa de ocorrência de espécies de opiliões.....	111
Figura 12-19. Mapa de probabilidade de ocorrência de espécies.....	114

Sumário

Agradecimentos	iv
Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Figuras	x
1. Introdução Geral	13
2. Área de Estudo.....	14
3. Objetivos.....	16
4. Materiais e Métodos	16
4.1. Coleta de Dados.....	16
Artigo 1.....	20
A ordem Opiliones na Amazônia	20
O Desafio Taxonômico.....	25
Materiais e Métodos	28
Resultados.....	29
Discussão.....	31
Referências Bibliográficas.....	35
Artigo 2.....	46
Fatores Condicionantes da Composição e Riqueza de opiliões na Várzea do rio Amazonas.....	46
Resumo	46
Métodos	52
Dados Ambientais	52
Análises Estatísticas	52
Resultados.....	55
Discussão.....	56
Amostragem, Riqueza e Composição.....	56
Relação entre a longitude e a estrutura da Paisagem.....	58
Efeitos Geográficos e do Habitat sobre a Estrutura da Comunidade	60
Referências Bibliográficas.....	62

Artigo 3.....	81
Padrões de Distribuições de Opiliões e Biogeografia da Amazônia	81
Resumo	82
Introdução.....	83
Métodos	86
Dados Ambientais	86
Análise dos Dados	87
Resultados.....	89
Modelo para <i>Caluga</i> spn.2	90
Modelo para <i>C. juruensis</i>	91
Modelo para <i>C. bimaculata</i>	92
Modelo para <i>E. duapunctata</i>	93
Modelo para <i>Eucynortella</i> sp.n. 2.....	93
Modelo para <i>E. pentapunctata</i>	94
Modelo para <i>P. manifestum</i>	95
Discussão	95
Referências Bibliográficas.....	102
Conclusões.....	119
Referências Gerais.....	120

1. INTRODUÇÃO GERAL

A diversidade biológica tem sido um dos temas mais abordados nos últimos 20 anos por pesquisadores de áreas biológicas e correlatas. Mais de 1,4 milhões de espécies foram descritas e há indicativos de que esse número represente apenas uma fração real da riqueza de espécies, que, de acordo com algumas estimativas, poderia chegar até 30 milhões (Erwin 1983, Wilson 1988). Para alguns grupos, como muitos grupos de animais vertebrados, a maioria das plantas, e alguns poucos grupamentos de insetos vistosos, é possível obter um quadro razoavelmente preciso da biodiversidade integrando informações biogeográficas através de inspeções faunísticas e florísticas com o trabalho da sistemática (Colwell & Coddington, 1994).

A floresta Amazônica é a maior e mais diversa floresta tropical do mundo (Bobrowiec, 2007; Haffer 1997; Hayes & Sewlal 2004; Nores, 2000; Ribeiro *et al* 1999; Röhe 2007; Silva *et al* 2005), dados recentes da literatura indicam que ela abriga 40.000 espécies de plantas, 427 de mamíferos, 1.294 de aves, 378 de répteis, 427 de anfíbios e cerca de 3.000 espécies de peixes (Silva *et al.*, 2005). Porém, essa biodiversidade da Amazônia é tão rica quanto desconhecida. Mesmo após séculos de investigação, a distribuição geográfica da maioria dos organismos considerados bem conhecidos como aves, plantas e primatas ainda permanecem muito mal estudados (Borges *et al.*, 2004; Kress *et al.*, 1998; Oren & Albuquerque, 1991; Nelson *et al.*, 1990). Novas espécies, representantes de hierarquias taxonômicas altas, como primatas (Van Roosmalen *et al.* 2000; Van Roosmalen *et al* 1998, 2000, 2002, 2003; Voss & Silva 2001). De maneira geral, a diversidade faunística amazônica encontra-se subestimada fundamentalmente em virtude desta carência de conhecimento, interpretada como uma realidade factível regional por alguns autores que estabeleceram parâmetros comparativos entre esta e a região da Mata Atlântica (veja Morellato e Haddad, 2000).

As florestas tropicais estão principalmente concentradas na bacia Amazônica, e ao mesmo tempo em que suas extensas áreas florestais causam deslumbre, também despertam interesses variados (e.g. científicos, turísticos, medicinais, desenvolvimentistas e econômicos), e estes nem sempre se coadunam. Essa mesma floresta tem sido palco das maiores taxas de desmatamento, 29,1 x 10³ km² de área de florestas amazônicas foram desmatadas apenas no ano de 1995 (Fearnside, 2005). O desmatamento é responsável pelo empobrecimento local, e pode ter efeitos a curto, médio e longo prazo sobre a biota, modificando a paisagem original, diminuindo ou

mesmo represando a dispersão, o fluxo gênico e aumentando as taxas de extinções (With & King, 1999; Magura *et al.*, 2001).

Esta é uma das grandes preocupações de ecólogos, botânicos e zoólogos atuando na região amazônica. Frente as grandes lacunas de conhecimento, um dos grandes desafios para ações voltadas à conservação da biodiversidade amazônica é o estabelecimento de uma sólida base de dados sobre a distribuição e abundância dos organismos (Borges *et al.*, 2004). O conhecimento mínimo acerca de quais organismos ocorrem em um local, e sobre quantas espécies podem ocorrer nele, é uma condição primordial para o desenvolvimento de projetos visando à conservação da área (Santos, 2003).

Apesar de receberem pouca atenção, os invertebrados são um componente importante dos ecossistemas nativos, são sensíveis as mudanças no habitat, e são facilmente coletados. Muitos grupos possuem mobilidade mais restrita do que grupos freqüentemente usados para estudos ecológicos, e, portanto, sua presença em habitats e remanescentes específicos, são bons elementos indicativos de que os mesmos possuem condições de suportar o estabelecimento de populações viáveis desses organismos (Brohman *et al.*, 1999).

Opiliões são abundantes e muito diversos em florestas amazônicas, porém pouquíssimo conhecimento existe acerca de sua diversidade ou taxonomia, seus padrões de distribuição espacial e quais fatores estariam influenciando essa distribuição são também desconhecidos. No Capítulo 1 desta tese são levantadas e apresentadas as principais causas do processo de desconhecimento da ordem na Amazônia e suas implicações. São apontadas medidas a curto prazo para ampliar o conhecimento do grupo na região. No Capítulo 2 abordo a influência de variáveis estruturais do habitat sobre a riqueza e a composição de opiliões ao longo da calha da várzea do Solimões-Amazonas. No capítulo 3 desta tese a influência de fatores climáticos e estruturais do ambiente sobre a distribuição geográfica dos opiliões da várzea do rio Solimões-Amazonas, bem como relações com a entrada de rios tributários, mudanças de habitat e suas influências são testadas e discutidas.

2. ÁREA DE ESTUDO

A várzea é caracteriza por áreas sujeitas a inundações periódicas por rios de água branca, ricos em nutrientes e matéria orgânica suspensa trazidos principalmente dos Andes, enquanto os igapós são áreas de florestas inundáveis por rios de água preta, com

baixas concentrações de nutrientes e matéria orgânica e seus sedimentos são drenados principalmente do escudo das Guianas (Furch & Junk 1997, Irion *et al.*, 1997, Junk 1996). A formação das várzeas e igapós Amazônicos está muito relacionada a flutuações do nível do mar ocorridas durante o Pleistoceno, sendo um resultado direto das mudanças climáticas globais (cap.2, nesta tese) (Irion *et al.*, 1997).

A floresta amazônica ocupa cerca de dois quintos da América do Sul e é dividida ao meio pelo maior rio do mundo, tanto em comprimento de curso d'água principal, volume d'água, vazão e tamanho de Bacia hidrográfica – o Amazonas – e seus aproximadamente 1100 afluentes (Carvalho & Cunha 1998). Tem uma foz de 320 km de largura e há trechos do rio cuja largura pode alcançar até 11 km. A malha de rios navegáveis interligando-se e/ou conectando igarapés e lagoas totaliza mais de 80.000 km. Dezesete dos principais afluentes do Amazonas têm mais de 1600 km de comprimento.

Desde a sua nascente, nos Andes peruanos, recebe nomes diferentes, como Apurimac e Ucayali. Atualmente, tem-se por convenção que o rio Amazonas nasce a partir da confluência dos rios Ucayali e Marañon, e, somente após esse ponto recebe o nome de Amazonas; ao entrar em território brasileiro, a convenção muda e o rio Amazonas passa a se chamar Solimões, que corre para leste até encontrar seu afluente mais longo – o rio Negro. Somente após a confluência desses dois rios o rio passa a ser denominado novamente Amazonas (Fig. 1).

O Complexo Solimões/Amazonas limita-se a oeste com os Andes e ao norte e ao sul com os planaltos das Guianas e Brasileiro (Marini, 2002). Sendo o assoalho da Bacia relativamente plano, grandes parcelas da hiléia amazônica permanecem alagadas durante o período das cheias e, outras, ainda, o ano inteiro; as águas dos rios podem elevar-se de 3 a 12 m acima das margens, o que equivale a inundações de 40 km em direção à floresta, podendo, em algumas áreas e em casos de inundações maiores, chegar a 100 km terra adentro. Na porção do complexo fluvial de Manaus até o Atlântico, grandes áreas ribeirinhas permanecem alagadas durante o ano inteiro; nesses locais, a terra é tão plana que a oscilação das marés do Atlântico permite o livre movimento de entrada e saída das águas pelos pântanos, dando a impressão de que todo o entorno da foz do Amazonas está submerso no oceano. Esse efeito é observado até 800 km rio adentro, onde a água doce sobe e desce em harmonia com as marés. Em função da baixa declividade da Bacia hidrográfica, o escoamento das águas e a propagação das inundações fazem-se lentamente.

Passando pela foz do Amazonas e atravessando toda a região, a linha do Equador confere à Amazônia a característica de apresentar elevados índices pluviométricos durante o ano inteiro. Assim, na região, não se distinguem as quatro estações do ano, apenas a estação da cheia e a estação da vazante. À medida que os rios sobem e abaixam, a Amazônia inteira sofre as conseqüências dessa oscilação fluvial. O Complexo Hidrológico Solimões/Amazonas está, aproximadamente, entre as latitudes 0°S e 5°S e as longitudes 45°W e 70°W. Na etapa inicial desta pesquisa, as informações planimétricas gerais (hidrografia) foram obtidas através da série de cartas planimétricas em escala 1:250.000 do PROJETO RADAM, da década de 70, e as informações geológicas e geomorfológicas necessárias à condução da análise hidrológica foram extraídas dos mapas 1:1.000.000 e seus respectivos relatórios, encontrados nos volumes 5, 7, 10 e 18 do PROJETO RADAM (PROJETO RADAM, 1974, 1975 a e b, e 1978).

3. OBJETIVOS

1. Realizar um levantamento da fauna opilionológica em áreas de várzea do rio Amazonas.
2. Estimar a riqueza de opiliões no sistema de várzea do Rio Amazonas, de Tabatinga (extremo oeste do Amazonas) até Gurupá (Amapá).
3. Avaliar a mudança na composição das espécies de opiliões amostradas na várzea em função de variáveis ambientais e geográficas específicas;
4. Mapear a ocorrência dos opiliões coletados e discutir o padrão de distribuição obtido.
5. Sugerir modelos de distribuição de espécies de opiliões em função de fatores ambientais e climáticos da calha da várzea.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Coleta de Dados e Delineamento Amostral

As coletas foram feitas de Setembro a Novembro de 2003 em 26 áreas, distribuídas ao longo da calha principal do Solimões-Amazonas, desde o município de Tabatinga (4°01'S; 69° 46'O), na tríplice fronteira entre Brasil, Peru e Colômbia, até Marzagão (3°15'S; 59°32' O), próximo à foz do Amazonas (Tabela 1, Fig. 6). A maior distância entre os pontos de coleta foi de aproximadamente 3000 km e, a menor, de 150 km.

Ponto	Comunidade*	Local**	Lat	Long	Data	Município
1	Palmares	Paraná Sakaia	-3.976	-69.328	11/09/03	São Paulo de Olivença
1	Palmares	Margem Sul Solimões	-4.014	-69.464	11/09/03	São Paulo de Olivença
2	Bom Sucesso	Rio Camatiã (Lago Sakambu)	-3.477	-69.050	13/09/03	São Paulo de Olivença
2	Bom Sucesso	Rio Camatiã	-3.513	-69.084	13/09/03	São Paulo de Olivença
3	Presidente Vargas	Boca Içá-Solimões (leste) I. Espanhol	-3.122	-67.972	15/09/03	Santo Antonio do Içá
3	Presidente Vargas	Lago Chicotuba/Paraná Canini	-3.173	-68.031	15/09/03	Santo Antonio do Içá
3	Presidente Vargas	Rio Içá (macrófitas)	-3.130	-68.050	15/09/03	Santo Antonio do Içá
3	Presidente Vargas	Lago Chicotuba (macrófitas)	-3.173	-68.031	15/09/03	Santo Antonio do Içá
4	São Raimundo	Restinga do Cevalho (Ilha do Xibeco)	-2.731	-66.916	17/09/03	Jutaí
4	São Raimundo	Lago Comprido	-2.714	-66.897	17/09/03	Jutaí
5	Tamaniquá	Lago Tamaniquá	-2.735	-65.725	19/09/03	Juruá
5	Tamaniquá	Ilha da Consciência	-2.603	-65.774	19/09/03	Juruá
5	Tamaniquá	Paraná Teiú	-2.679	-65.640	19/09/03	Juruá
6	São Fransisco do Capivara	Lago Jatuarana	-3.169	-64.615	21/09/03	Tefé
6	São Fransisco do Capivara	Lago do Jacaré	-3.260	-64.628	21/09/03	Tefé
6	São Fransisco do Capivara	Lago Jatuarana (macrófitas)	-3.169	-64.615	21/09/03	Tefé
7	São João do Catuá	Guariba – Solimões	-3.664	-64.170	22/09/03	Tefé
7	São João do Catuá	Praia do São João do Catuá	-3.890	-63.430	22/09/03	Tefé
7	São João do Catuá	Paraná do Guariba	-3.635	-64.186	23/09/03	Tefé
8	São Fransisco do Laranjal	Cacaual – Solimões	-3.902	-63.415	23/09/03	Coari
8	São Fransisco do Laranjal	Lago Apaurá	-3.892	-63.456	24/09/03	Coari
8	São Fransisco do Laranjal	Paraná Apaurá	-3.917	-63.400	24/09/03	Coari
9	Trocaris	Ilha da Botija	-3.914	-62.850	25/09/03	Coari
9	Trocaris	Trocaris	-3.898	-62.867	25/09/03	Coari
9	Trocaris	Trocaris - Solimões II	-3.894	-62.855	25/09/03	Coari
10	Urucurizinho	Lago Cuxuara	-3.972	-61.960	26/09/03	Codajás
10	Urucurizinho	Lago do Poção	-3.984	-61.959	27/09/03	Codajás
10	Urucurizinho	Lago do Poção (macrófitas)	-3.972	-61.960	27/09/03	Codajás
11	Nova Esperança	Solimões (barranco)	-3.648	-61.508	27/09/03	Anamá
11	Nova Esperança	Paraná do Lago Anamá	-3.594	-61.425	28/09/03	Anamá
11	Nova Esperança	Paraná do Lago Anamá II	-3.598	-61.433	28/09/03	Anamá
11	Lago do Piranha	Ponto 1	-3.402	-60.963	28/01/06	Manacapuru
11	Lago do Piranha	Ponto 2	-3.456	-60.966	28/01/06	Manacapuru
11	Lago do Piranha	Ponto 3	-3.458	-60.967	29/01/06	Manacapuru
11	Lago do Piranha	Ponto 4	-3.458	-60.967	30/01/06	Manacapuru
12	Vila do Jacaré	Canaboca III	-3.575	-60.809	29/09/03	Manacapuru
12	Vila do Jacaré	Paraná do Jacaré	-3.628	-60.841	29/09/03	Manacapuru
13	N.S. do Perpétuo Socorro	Matinha	-3.154	-59.324	07/11/03	Itacoatiara
13	N.S. do Perpétuo Socorro	Ilha do Januário	-3.181	-59.309	08/11/03	Itacoatiara
13	N.S. do Perpétuo Socorro	Lago Compridão	-3.175	-59.311	08/11/03	Itacoatiara
14	São José	Camitaum	-3.319	-58.724	06/11/03	Itacoatiara
14	São José	Trindade	-3.309	-58.710	06/11/03	Itacoatiara
14	São José	Ilha do Soreano	-3.340	-58.812	06/11/03	Itacoatiara
15	N.S. de Fátima	Ilha Grande Cucuiari	-2.782	-57.917	05/11/03	Urucurituba
15	N.S. de Fátima	Ressaca da Iracema	-2.772	-57.928	05/11/03	Urucurituba
15	N.S. de Fátima	Paraná da Ilha Grande (macrófitas)	-2.768	-57.899	05/11/03	Urucurituba
16	Lírio do Vale	Cachorra	-2.426	-57.503	03/11/03	Urucará
16	Lírio do Vale	Socoró	-2.476	-57.488	03/11/03	Urucará
16	Lírio do Vale	Quitéria	-2.397	-57.515	03/11/03	Urucará
17	Menino Deus	Catuaba	-2.542	-56.546	01/11/03	Parintins
17	Menino Deus	Ilha do Meio	-2.522	-56.529	01/11/03	Parintins
17	Menino Deus	Lago do Celso	-2.540	-56.532	01/11/03	Parintins
18	Recreio	Dona Rosa	-2.069	-55.965	30/10/03	Juruti
18	Recreio	Malagueta	-2.076	-55.966	30/10/03	Juruti
18	Recreio	Moscau	-2.090	-55.946	31/10/03	Juruti
18	Recreio	Paraná Dona Rosa (macrófitas)	-2.063	-55.968	31/10/03	Juruti
19	Januária	Ilha Grande	-2.098	-55.299	29/10/03	Óbidos
19	Januária	Ilha Grande 2	-2.103	-55.301	29/10/03	Óbidos
19	Januária	Ilha Grande 3	-2.100	-55.289	29/10/03	Óbidos
19	Januária	Januária	-2.090	-55.275	30/10/03	Óbidos
20	Santana	Ituqui	-2.473	-54.316	25/10/03	Santarém
20	Santana	Ponta do Ituqui	-2.491	-54.322	25/10/03	Santarém
20	Santana	Paraná Maicá	-2.506	-54.329	26/10/03	Santarém
21	Curuauna	Restinga do Mureru	-2.394	-54.087	24/10/03	Prainha

21	Curuauna	Restinga do Pixuna	-2.383	-54.082	24/10/03	Prainha
21	Curuauna	Restinga do Botero	-2.394	-54.073	24/10/03	Prainha
21	Curuauna	Paraná Curuauna (macrófitas – beira)	-2.394	-54.087	25/10/03	Prainha
22	Fazenda JK	JK	-1.862	-53.722	23/10/03	Prainha
22	Fazenda JK	Cachorrinho	-1.863	-53.727	23/10/03	Prainha
22	Fazenda JK	Cachorrinho 2	-1.861	-53.715	23/10/03	Prainha
23	Paranaquara	Paraíso	-1.746	-53.152	21/10/03	Almerim-Prainha
23	Paranaquara	Merendeira (praia)	-1.744	-53.175	21/10/03	Almerim-Prainha
23	Paranaquara	Merendeira	-1.744	-53.175	21-22/10/03	Almerim-Prainha
23	Paranaquara	Paraíso	-1.746	-53.152	22/10/03	Almerim-Prainha
23	Paranaquara	Paraíso 2	-1.745	-53.148	22/10/03	Almerim-Prainha
24	Arumanduba	Munguba	-1.480	-52.442	19/10/03	Almerim
24	Arumanduba	Paraná Cuité	-1.477	-52.421	20/10/03	Almerim
24	Arumanduba	Genipapo	-1.495	-52.454	20/10/03	Almerim
25	São José	Furinho	-1.204	-51.818	18/10/03	Gurupá
25	São José	Firme	-1.228	-51.806	18/10/03	Gurupá
25	São José	São José	-1.197	-51.783	18/10/03	Gurupá
26	Maranata	Igarapé Aturiá	-0.531	-51.523	16/10/03	Marzagão
26	Maranata	Nazaré	-0.537	-51.557	16/10/03	Marzagão
26	Maranata	Rio Ajuruxi (macrófitas – Paspalum)	-0.536	-51.543	16/10/03	Marzagão

Tab. 1 – Pontos de coleta de opiliões e aranhas nas várzeas do sistema Solimões-Amazonas.

*Comunidade – local onde o barco ficou fundeado.

**Local – nome da área de coleta dado pelos moradores locais.

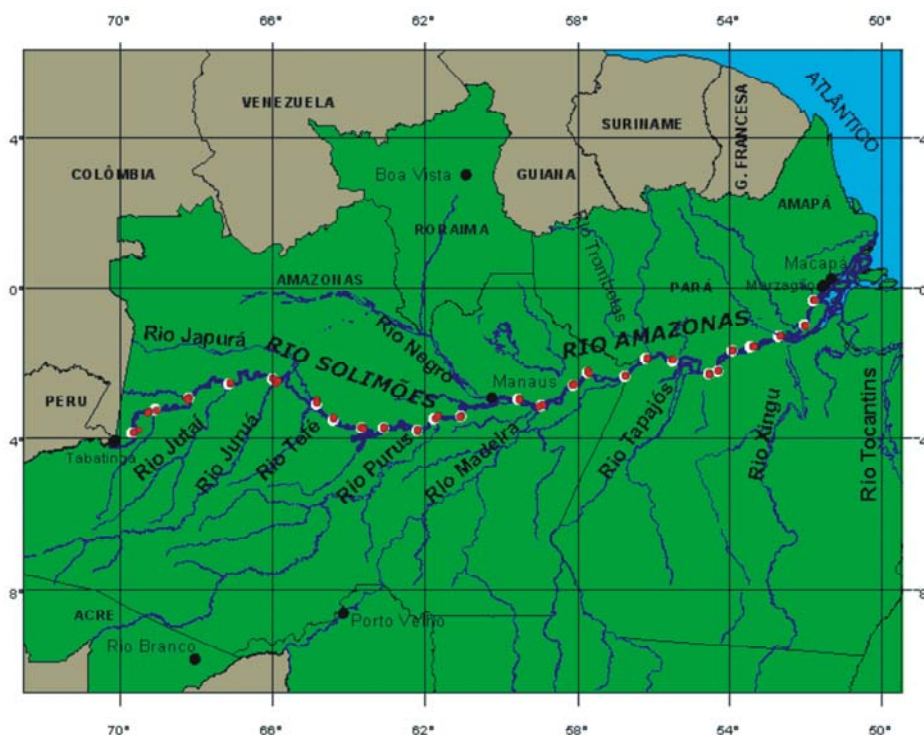


Fig. 1 – Mapa mostrando os 26 pontos de coleta (círculos vermelhos) ao longo da várzea do Complexo Solimões-Amazonas, e os principais rios tributários.

Cada ponto de coleta foi considerado uma réplica independente ($N = 26$) e, em cada uma delas, foram estabelecidas de quatro a oito parcelas de 150 m^2 para a captura de opiliões ($30 \times 5 \text{ m}$) onde, sempre, duas delas foram visitadas dia e noite.

A coleta diurna foi realizada com uso de batedores de vegetação de 1 m². Ao longo de quatro linhas de 30 metros foram escolhidos 20 arbustos de até três metros e cada um destes era golpeado 20 vezes com um bastão de madeira. Os opiliões que caíam sobre o pano eram coletados e acondicionados em álcool 92% e posteriormente foram transferidos para álcool 70%. Durante a noite, os opiliões foram coletados ao longo de quatro linhas de 30 metros. Em cada uma destas linhas o tempo estipulado de coleta foi de uma hora. Os opiliões eram capturados por meio de coleta manual e também eram acondicionados em álcool 70%. Todas as coletas foram realizadas na várzea em áreas alagadas de restinga alta, onde amplitude de inundação é menor devido a maior elevação do terreno em relação à calha do rio (Ayres 1995).

Durante a expedição, foram realizadas “coletas livres” diurnas e noturnas (sem delimitação de tempo ou espaço) e captura da opiliões associados a bancos de macrófitas (*Paspalum* sp. e *Echinochloa* sp.) e outros ambientes não encontrados no sub-bosque das florestas de várzea, como praias e barrancos. Foram realizadas 246 coletas padronizadas (GCE e coleta noturna) em 22 municípios ao longo de toda a expedição. Em alguns municípios, o número de coletas foi maior devido ao fato de haver dois pontos de amostragem. Em geral, foi possível balancear o esforço de amostragem em todos os locais.

Artigo 1

A ser submetido para *Journal of Arachnology*

A ORDEM OPILIONES NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Ana Lúcia Tourinho: INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas Ecológicas – CPEC – setor V8 – Avenida André Araújo, 2936 – Aleixo – CEP 69011-970, Cx.Postal: 478 – Manaus – AM – Brasil. amtourinho@gmail.com;

Adriano B. Kury: Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Aracnologia, Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão 20.940-040, Rio de Janeiro – RJ – Brasil. adrianok@gmail.com; abelpg@mn.ufrj.br.

Eduardo M. Venticinque: Wildlife Conservation Society, Rua dos Jatobás 274, Coroado III, 69085-380, Manaus, AM, Brasil; eventicinque@wcs.org

RUNNING HEAD: TOURINHO, KURY & VENTICINQUE – OPILIONES NA AMAZÔNIA

ABSTRACT. Como resultado de um longo inventário realizado na várzea do rio Solimões-Amazonas 51 espécies de opiliões foram coletadas, 34 foram identificadas como novos táxons e 1 gênero novo também foi diagnosticado. A região apresenta altos índices de diversidade, porém, uma série de fatores vem impedindo que essa rica fauna seja acessada, que o grupo seja incluído em projetos de inventário e que seja usado como modelo para estudos ecológicos e biogeográficos na Amazônia. Tais fatores são detalhadamente listados e discutidos, bem como medidas para reverter o quadro atual da ordem na Amazônia. Discutimos a importância de tais medidas a curto prazo para embasar estudos ecológicos.

KEYWORDS: Opiliones, Amazonia, várzea, plasticidade morfológica, coleções zoológicas

Os opiliões são animais inofensivos e muito pouco conhecidos pelo público em geral, isso se deve principalmente aos hábitos crípticos e noturnos da maioria das espécies. Vivem comumente debaixo de troncos, pedras, folhas e no folheto, enterrados ou em bromélias, sobre folhas e troncos ou em raízes de vegetais vivos, podendo ainda, habitar cavernas (Pinto-da-Rocha 1999; Kury & Pinto-da-Rocha 2002).

Opiliones é uma das onze ordens incluídas na classe Arachnida e o monofiletismo do grupo já não é um tema de discussão entre os autores modernos (Giribet & Kury 2007). Embora haja espécies em regiões desérticas (Hunt 1991; Cokendolpher et al. 1993), eles são altamente diversos e abundantes nas regiões tropicais do mundo, contando com 6.395 espécies (Kury 2006) descritas para o mundo e ocupando a posição de terceira ordem mais rica em espécies dentro de Arachnida.

Estudos referentes a relações filogenéticas internas do grupo, baseados em caracteres morfológicos e moleculares, sugerem a ordem subdividida em quatro subordens, Cyphophthalmi, Dyspnoi, Eupnoi e Laniatores, (*Tabela 1*, Giribet et al. 1999, 2002), que é o arranjo adotado neste estudo. Opiliões são acentuadamente endêmicos; os índices de endemismos no grupo chegam a 97.5% na Mata Atlântica (Pinto-da-Rocha et al. 2005). Diferentemente dos outros artrópodes, opiliões possuem uma capacidade de dispersão limitada, que restringe sua capacidade de colonização de novos ambientes.

A grande sensibilidade dos opiliões, o seu elevado grau de endemismo e limitada capacidade de dispersão, os faz um grupo com alto potencial de extinção (Pinto-da-Rocha 1999). Estudos recentes vêm demonstrando efeitos negativos (e.g. perda de riqueza, e alteração na composição) da fragmentação de florestas, pastagem e queimadas florestais sobre as comunidades de opiliões (Curry et al. 1985; Dennis et al. 2001; Bragagnolo et al. no prelo). Por outro lado opiliões são os melhores candidatos para estudos biogeográficos (Giribet & Kury 2007), uma vez que sua baixa capacidade de colonização de novos ambientes torna a sua distribuição atual um reflexo de mudanças históricas, que acabaram por modificar o ambiente e isolar faunas, levando ao evento de especiação.

Apesar disso, podemos citar apenas uma publicação (Pinto-da-Rocha et al. 2005) tratando de propostas biogeográficas envolvendo a Mata Atlântica brasileira, onde há conhecimento taxonômico e conseqüentemente uma amostragem regional relativamente satisfatória, permitindo que tais estudos sejam efetuados. Um panorama da distribuição de espécies no mundo (*Tabela 1*). As duas subordens com o maior percentual de

espécies são Laniatores, com 64% da riqueza total de Opiliones, e Eupnoi, com 28%. Cyphophthalmi e Dyspnoi são subordens com baixo número de espécies, 2% e 6% respectivamente. O baixo número de espécies em Dyspnoi é esperado em função de sua zona de distribuição e endemismo, com predominância nas regiões temperadas do hemisfério Norte (*Tabela 1*), onde a diversidade é muito menor do que a encontrada nas regiões Neotropicais, portanto, a maioria das espécies já é conhecida pelos especialistas.

Porém, essa baixíssima riqueza observada em Cyphophthalmi é um artefato, uma vez que o mesmo é composto pelos menores opiliões do mundo, habitando exclusivamente o folhicho, e o poder de detectabilidade das espécies através de métodos de coleta freqüentemente empregados em inventários aracnológicos (e.g. busca ativa diurna e noturna. Pitfall, batedor e Winckler) é muito baixo ou nulo. Além disso, o grupo está distribuído em regiões Tropicais, reconhecidas como detentoras da maior diversidade de grupos biológicos no mundo, onde a estimativa é de 400% de espécies não-descritas (Benavides & Giribet 2007).

O Neotrópico abriga o maior percentual de riqueza de opiliões do mundo, com cerca 57% da diversidade total do grupo. Laniatores possuem uma diversidade impressionante representando 70% do total de espécies de opiliões (Kury 2003). Apenas as famílias Gonyleptidae e Cosmetidae, endêmicas do Novo Mundo e com pico de diversidade no Neotrópico, são responsáveis por 21% e 19% de espécies respectivamente, somando sozinhas 40% da diversidade nesta subordem.

No Brasil estão distribuídas 41% das espécies de opiliões do Novo Mundo, totalizando 938 espécies (Kury comunicação pessoal). De maneira geral sabemos que a diversidade de opiliões em regiões do Novo Mundo é muito maior (Kury 2003; Pinto-da-Rocha & Bonaldo 2006; Tourinho & Pérez 2006). Grandes extensões de áreas florestais na América do Sul, de alta riqueza biológica, nunca foram exploradas cientificamente (Tourinho & Pérez 2006), e coleções zoológicas importantes possuem uma proporção alta dos lotes com grande quantidade de táxons não descritos.

As áreas brasileiras melhor amostradas são as da Mata Atlântica (Kury & Pinto-da-Rocha 2002; Kury 2003; Tourinho & Pérez 2006). As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste ainda são as mais mal amostradas em nosso país (Kury 2003; Pinto-da-Rocha & Bonaldo 2006). Para estas três regiões a ordem possui baixíssima representatividade em coleções científicas de grande porte e importância opilionológica, como é o caso das coleções do Museu Nacional/UFRJ, Instituto Butantan e Museu de Zoologia da USP. É verdadeiro dizer que o conhecimento sobre os opiliões da

Amazônia é quase nulo (Curtis & Machado 2007). Mesmo em coleções regionais importantes como a coleção de aracnídeos do INPA, o número de lotes contendo amostras da ordem até o ano de 2003 era de algumas poucas dezenas.

Kury & Pinto-da-Rocha (2002) contaram 173 espécies nominais nas áreas amazônicas do Brasil, Colômbia e Peru. Se incluirmos as espécies de áreas amazônicas dos demais países o número deve aumentar para cerca de 300 espécies, contando com novos registros, revisões e as espécies descritas a partir de 2002 (Tourinho, dados não publicados). A estimativa disponível em literatura sugere que a diversidade de opiliões na Amazônia deva ser de 3 a 5 vezes maior do que o atualmente conhecido (Pinto-da-Rocha & Bonaldo 2006), porém esse número é ainda maior.

O percentual de espécies novas coletadas em áreas próximas a cidade de Manaus é de 30-50%, não incluindo aqui os complexos carentes de revisões taxonômicas (potenciais detentores de várias espécies novas, principalmente Cosmetidae e Manaosbiidae). Em áreas geograficamente mais distantes e de difícil acesso este número aumenta para até 90-95% de espécies novas inventariadas. Não seria exagero dizer que pelo menos 70% das espécies depositadas apenas na coleção do INPA são representantes de táxons ainda não descritos.

Nossa ignorância acerca da fauna de opiliões da Amazônia deve-se principalmente a carência de especialistas. Os poucos aracnólogos que trabalharam na Amazônia concentraram seus esforços na compreensão de aspectos da ecologia de determinadas espécies de ácaros, aranhas, pseudoescorpiões, escorpiões e até mesmo ricinuleídeos de taxonomia conhecida e de ocorrência em localidades específicas (e.g. Reserva Ducke, Igapó Tarumã-Mirim) do estado do Amazonas (Alberti et al. 1997a e b; Franklin et al. 2001; Gasnier & Höfer 2001; Salvestrini & Gasnier 2001; Adis & Junk 2002; Rego et al. 2004; Menin et al. 2005; Gasnier et al. 1994, 1995, 2002).

Uma exceção dentre os aracnídeos amazônicos são os ácaros oribatídeos (Oribatida). Estes possuem bons apanhados tratando da mudança de composição e riqueza (Franklin et al. 1998, 2006, 2007) ao longo de gradientes ecológicos, todos embasados por um bom conhecimento taxonômico (Franklin & Woas 1993 a e b), mas isso se deve a presença de um especialista deste grupo trabalhando ativamente na região desde 1982.

Um número crescente de trabalhos de revisão taxonômica e sistemática de aranhas pode ser notado durante a presença e atuação do araneólogo H. Höfer no Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia (Höfer & Brescovit 1994a e b, 1996;

Brescovit & Hoffer 1994 a-c), mantido, após seu retorno à Alemanha, pela fixação de A. Bonaldo no Museu Paraense Emílio Goeldi (Bonaldo et al. 2006; Brescovit et al. 2007; Carvalho et al. 2007). O interesse pelo estudo dos opiliões amazônicos acontece mais tarde, como consequência do processo iniciado com aranhas amazônicas, e está representado pelo presente trabalho, por um inventário estruturado realizado no estado do Pará, Juruti (Pinto-da-Rocha & Bonaldo 2006), e diversos outros estudos subsequentes realizados em várias outras localidades amazônicas (Tourinho & Venticinque dados não publicados).

Diferentemente das aranhas e dos ácaros, nos últimos 25 anos algumas publicações isoladas e pontuais trataram de descrições de algumas poucas novas espécies amazônicas (Pinto-da-Rocha & Kury 2003 a e b; Pinto-da-Rocha 2004; Tourinho & Pérez 2006), e apenas dois trabalhos de revisão – com as famílias Stygnidae e Cranidae – envolveram grupos com distribuição na Amazônia (Pinto-da-Rocha 1997; Pinto-da-Rocha & Kury 2003). Até o ano de 2003 o único levantamento cuidadoso realizado na Amazônia brasileira, foi executado nas florestas de terra-firme da Reserva Florestal Adolph Ducke, próxima a Manaus no estado do Amazonas, e resultou em 17 espécies registradas. Infelizmente o material referente a esta coleta não foi depositado em nenhuma das coleções de referência da região, e portanto não pode ser usado como base ou comparação para estudos atuais.

O presente estudo não possui objetivos taxonômicos, é um trabalho que visa inventariar a fauna de opiliões da calha da várzea do Solimões-Amazonas, realizar o primeiro estudo de padrões de distribuição, riqueza e da mudança da composição de espécies de opiliões ao longo de gradientes ecológicos previamente hipotetizados. Porém, o conhecimento taxonômico básico é indissociável desse tipo de trabalho, e representa o alicerce sob o qual todo um conjunto de premissas e hipóteses serão testadas, refutadas ou aceitas. A importância do mesmo é inquestionável, não apenas para o estudo na calha da várzea e de toda a Amazônia, como de qualquer estudo que envolva, principalmente nas regiões tropicais do mundo. A atividade de identificação e morfotipagem, suas contribuições e todas as limitações, representaram a parte mais longa, árdua e laboriosa de todos os processos que envolveram a execução deste estudo.

O Desafio Taxonômico

De maneira geral há inúmeros problemas que fazem da sistemática e taxonomia dos opiliões um grande enigma. Entretanto, a região Amazônica pode ser citada como um exemplo extremo dessa situação pelas seguintes razões:

1. **a grande maioria das espécies está pobremente descrita e ilustrada.** A ausência de ilustrações em publicações tradicionais impossibilita a distinção entre espécies de relações filogenéticas muito próximas, já que as mesmas compartilham uma série de caracteres e portanto podem ser muito similares morfolologicamente. Alguns detalhes negligenciados por sistemas antigos, são as pistas necessárias para seu reconhecimento e separação sem que seja necessário realizar estudos taxonômicos e sistemáticos aprofundados;
2. **os grupamentos são suportados por caracteres únicos e convergentes.** São reflexos de sistemas arbitrários de classificação. Em linhas gerais tais caracteres são compartilhados com outros grupamentos distintos, muitas vezes de hierarquia taxonômica mais alta (e.g. gênero, subfamílias e famílias). Portanto, falam pouco ou, como na maioria dos casos, nada sobre a identidade das unidades específicas de interesse, tão pouco das relações entre os grupos, impossibilitando que estas sejam reconhecidas sem exame de material-tipo;
3. **e portanto não fazem sentido biogeográfico ou filogenético.** Segundo o paradigma evolutivo uma unidade específica, espécie, deve ser monofilética, ou seja, deve conter os descendentes de uma população de ancestrais (Simpson 1971; Wiley 1981), esta é suportada por um conjunto de caracteres compartilhados, que reflete relações de parentesco biológico, mais próximo ou menos próximo. Grupamentos taxonômicos devem refletir relações evolutivas, sendo, portanto, pistas que contam a história evolutiva dos organismos. As espécies endêmicas podem contar também a história do planeta, de regiões ou de ambientes, através de seus padrões de distribuição, uma vez que eventos climáticos, ambientais e geográficos têm influência sobre eventos de especiação. Se tais relações são eclipsadas por sistemas e descrições arbitrários, todas as informações subsequentes dependentes dela são obscurecidas e esse sinal é perdido;
4. **mais de 90% dos táxons, principalmente aqueles que conceituam grandes grupos de espécies, não foram suficientemente descritos ou ilustrados.**

Comumente qualquer grupo de invertebrados possui determinados grupos que se encaixam neste item. Geralmente este não é um problema que limite o avanço da pesquisa no tema, ou a identificação da maioria das espécies. A situação se torna grave quando muitos grupos importantes, geralmente grandes grupos familiares com alta diversidade de espécies se encaixam nos itens 1, 2 e 3 (Kury 2003; Tourinho 2004 a e b). No caso da Amazônia, praticamente todos os grupamentos sofrem desses problemas;

5. **não há descrição ou ilustração do aparato genital, de extrema importância taxonômica e sistemática.** Para o grupo Opiliones o uso de caracteres genitais é de máxima importância. Existem espécies extremamente conservativas que são consideradas como grupos de ampla distribuição, até mesmo continental (Tourinho & Kury 2001, 2003; Kury & Giribet 2007). Porém, o exame da genitália do macho revela padrões genitais completamente distintos, relacionados a planos básicos de outros grupamentos, com os quais, obviamente, possuem relação mais próxima. Logo, espécies de histórico taxonômico confuso, baseados em convergências e sem qualquer conhecimento prévio dos padrões genitais só poderão ter identidade recuperada pelo exame do material-tipo;
6. **apenas 2 famílias foram temas de trabalhos de revisão sistemática (Pinto-da-Rocha 1997; Pinto-da-Rocha & Kury 2003a).** Uma classificação deve ser a forma mais rápida de acessar um grande volume de dados referentes a morfologia, fisiologia, biologia, ecologia e biomoléculas de organismos (Marques & Lamas 2007). Revisões tratam dos 5 itens citados acima, dependendo de problemas específicos de cada grupamento. Por meio delas um arranjo classificatório é proposto, os padrões morfológicos e de distribuição são evidenciados, mapas são confeccionados, descrições amplas e ilustrações são apresentadas e chaves de identificação são produzidas. Em outras palavras, o produto final das mesmas é um roteiro de passos para chegar facilmente a identidade das espécies, e a detecção de novos táxons, de maneira que o uso das espécies para responder questões de outras áreas científicas também seja possível.
7. **estado do conhecimento da fauna regional irrisório.** Há pouquíssimos trabalhos recentes que tratam de algumas poucas espécies, em sua maioria componentes de famílias descritas recentemente, e que contam com pouquíssimas espécies. Os volumosos trabalhos tratando de famílias mais

diversas estão ultrapassados (Roewer 1910, 1923, 1957). Sem trabalhos bibliográficos de base, a simples atividade de catalogação e listagem das espécies inventariadas se transforma em um trabalho hercúleo;

8. **ausência de coleção de referência e especialista trabalhando na região,** relacionado ao item 7, mas não são dependentes. O mesmo também já foi tratado na introdução deste capítulo, sendo dependente da presença de especialistas trabalhando na região. O conhecimento da fauna planetária, bem como de uma determinada região passa pelo estágio da coleta intensiva de indivíduos em seus habitats, sua preparação, triagem e catalogação em laboratórios e por fim sua inclusão em instituições públicas fiéis depositárias desse material, as quais tem o compromisso de cuidar de sua manutenção. Todo o conhecimento da diversidade de uma determinada região se faz com base na análise comparativa do material coletado em campo. Estes são amostras representativas da variabilidade morfológica e genética das espécies de uma determinada localidade, de uma região ou do planeta.

As coletas são realizadas em áreas escolhidas por serem desconhecidas zologicamente, por conterem diversidade biológica significativa, ou por se suspeitar que abriguem espécies que permitam esclarecer alguma questão biológica relevante (de Vivo et al. 1999). A coleção é um conjunto cumulativo do conhecimento gerado ao longo do tempo, é um panorama geográfico e temporal abrangente, dificilmente alcançado por qualquer tipo de estudo pontual, representando também uma herança cultural; um testemunho da riqueza histórica de descobrimento em território nacional (Zaher & Young 2003). Representa também um ponto de partida para o estudo da diversidade planetária ou regional, onde especialistas, ecólogos e zoólogos, podem procurar informação e obter a identificação de seus objetos de estudo. Sem coleções de referência trabalhamos no escuro, tateando amostras com pouquíssima informação ou segurança.

Estes oito fatores representam os maiores impedimentos para o avanço da pesquisa no tema. Cada um deles pôde ser sentido ao longo do estudo das espécies coletadas na calha da várzea do Rio Solimões-Amazonas.

Os primeiros 6 meses de execução deste trabalho foram dedicados à triagem inicial e identificação grosseira do material coletado. Durante os anos de 2005 e 2006, foram realizadas triagens mais específicas de grupos mais complexos, com morfologia

similar, que exigiram um estudo mais aprofundado (e.g. Cosmetidae e Gagrellinae). Ainda nesses dois anos duas visitas ao Museu Nacional do Rio de Janeiro foram realizadas, especificamente para consulta ao material tipo desta coleção, bibliografia especializada e específica, e comparação de material. Durante o processo de identificação dos Laniatores contei com o apoio de dois especialistas desta subordem, já que até o momento minha especialidade se concentrava exclusivamente nos representantes da subordem Eupnoi. Mesmo contando com três especialistas em diferentes subordens e famílias de Opiliones a situação seguinte não desenvolveu para satisfatória. Terminamos o ano de 2006 com apenas 30% do material positivamente identificado até o nível de espécie, e um volume restante de morfoespécies que não nos pareciam muito robustas. Foi apenas em 2007, após uma visita realizada Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt, Alemanha, por meio de uma intensa busca de identidades nos holótipos e parátipos daquela coleção, que conseguimos identificar 80% do material do Pró-Várzea até o nível de espécie com plena segurança.

MATERIAIS E MÉTODOS

1) Todos os opiliões coletados foram sacrificados em campo em recipientes plásticos com álcool a 92%, onde permaneceram por 24 horas e foram então transferidos para álcool 70%, esse procedimento permite preservar melhor os tecidos para uso em futuras análises moleculares (modificado de Boyer & Giribet 2007);

2) A morfologia externa foi estudada à lupa, os machos foram dissecados e a genitália removida para exame e estudo ao microscópio ótico. A genitália foi colocada em lâminas escavadas e imersas em óleo de cravo, glicerina e/ou lactofenol para que fossem clarificadas e posteriormente examinadas, fotografadas e ilustradas (Acosta et al. 2007);

3) Análise e comparação com material tipo. Foram examinados opiliões das coleções do Museu Nacional/UFRJ, Rio de Janeiro, do Instituto Butantan, São Paulo, e opiliões referentes a holótipos e parátipos depositados no Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt, Alemanha (*Tabela 3*).

4) O material testemunho foi devidamente triado, identificado, organizado, etiquetado, numerado e tombado na coleção de aracnídeos do INPA. O tombamento foi feito inicialmente em uma planilha do programa Excel, e posteriormente os dados foram

importados através do programa de gerenciamento de coleções Specify Biodiversity Collection Software versão 6.0, disponível no endereço <http://www.specifysoftware.org/Specify>:

Todos os indivíduos das espécies listadas acima foram examinados e comparados com espécies-tipo das coleções do INPA, MNRJ e SMF. Os tipos examinados foram fotografados, medidos e dissecados. Fotos e desenhos da morfologia externa e da morfologia genital foram elaborados para estudos taxonômicos e identificações mais precisas possível de cada uma das espécies, e para a elaboração de catálogos, manuais e guias ilustrativos das espécies distribuídas na Amazônia a serem publicados no futuro.

RESULTADOS

Foram coletados 735 indivíduos da ordem Opiliones em 24 pontos amostrais na várzea ao longo Solimões-Amazonas. Foram identificadas 51 espécies e morfoespécies, referentes a 7 famílias: Agoristenidae (Leiosteninae), Cosmetidae, Gonyleptidae (Ampycinae), Fissiphalliidae, Manosbiidae, Stygnidae e Sclerosomatidae (Gagrellinae) (Tabela 2). Dessas, 34 são representantes de espécies ainda não descritas referentes às famílias Agoristenidae (Leiosteninae), 2 espécies de *Trinella* Goodnight & Goodnight, 1947, 10 espécies de Cosmetidae, 4 espécies de Gonyleptidae (Ampycinae) referentes ao monotípico *Hutamaia* Soares & Soares, 1977, 1 espécie de Fissiphalliidae (Tourinho & Pérez 2006), 4 espécies de Manosbiidae referentes ao monotípico *Calcosma* Roewer, 1932, e 11 espécies e um gênero não descrito de Gagrellinae (Tabela 2).

Além do incremento de 34 espécies novas e um novo gênero para a Amazônia, 4 gêneros previamente considerados monotípicos passam a conter novos táxons:

Hutamaia Soares & Soares, 1977 – incluía *Hutamaia caramaschi* Soares & Soares, 1977 registrada para o estado do Amazonas em Humaitá e para o Peru, Madre de Dios, recebe o incremento de quatro novas espécies distribuídas ao longo da várzea do rio Amazonas.

Caluga Roewer, 1959 – incluía *Caluga rupicola* Roewer, 1959, registrada para o Peru, recebe o incremento de oito espécies distribuídas ao longo da várzea do rio Amazonas no Brasil.

Calcosma Roewer, 1932 – *Calcosma gracilima* Roewer, 1932 registrada para o Equador, Chimborazo, recebe o incremento de quatro espécies da várzea do rio Amazonas no Brasil.

Sibambea Roewer, 1917 – incluía *Sibambea rotunda* Roewer, 1917, registrada para o Peru, Chimborazo, recebe o incremento de uma espécie da várzea no Brasil

O número elevado de espécies ainda não descritas coletadas ao longo da calha da várzea do Rio Amazonas é surpreendente. Apenas 12% do material coletado é composto por espécies conhecidas, 63% são novas espécies, sendo 85% (39 espécies) do número total das espécies positivamente identificadas como novas, e os 25% restantes são espécies morfotipadas. Essas últimas também podem ser novos táxons, o que elevaria o número de espécies desconhecidas para a casa dos 90%, porém refinar suas identificações a este nível demandaria muito mais tempo e dedicação a um trabalho que não é o objetivo central desta tese, e que será realizado com maior aprofundamento em publicações futuras.

A família Sclerosomatidae (Gagrellinae) teve 91% de espécies novas, das 11 espécies coletadas apenas *Geaya atrolutea* Roewer, 1910 já havia sido descrita. Para regiões com estudos de escalas espaciais menores todas as espécies de Gagrellinae são novas (ReBio Uatumã, interflúvio Madeira-Purus e Serra do Tapirapecó).

Cosmetidae apresentou o maior número de espécies coletadas, sendo 65% delas espécies novas, 35% espécies já conhecidas e 6% morfótipos, Manaosbiidae teve 50% do total de espécies novas, todas referentes ao gênero monotípico *Calcosma*, os outros 50% são morfótipos, é muito provável que incluam mais espécies novas. Para as famílias Gonyleptidae (Ampycinae), Agoristenidae (Leiosteninae) e Fissiphalliidae todas as espécies coletadas são novas.

Entretanto, as duas últimas contam com apenas 2 e 1 espécies coletadas, respectivamente. Ambas caracterizam grupos com espécies de baixo poder de detectabilidade, todas possuem alguns poucos milímetros de tamanho corpóreo, a primeira habitando a liteira e cupinzeiro (Pinto-da-Rocha 1996) e a segunda o estrato vertical (Tourinho & Pérez 2006), sendo quase que exclusivamente coletadas por meio de busca ativa no folhíço e batedor, respectivamente.

DISCUSSÃO

Com este trabalho foi possível detectar os principais problemas, de ordem taxonômica, que envolvem as principais famílias de opiliões com espécies distribuídas na Amazônia. A partir deste levantamento podemos afirmar que estudos revisionários envolvendo os representantes amazônicos destas famílias (e.g. Cosmetidae, Sclerosomatidae, Zalmoxoidea) são de caráter urgente. Outro ponto importante para alavancar o conhecimento do grupo é a execução de levantamentos biológicos periódicos na região, e o fortalecimento de coleções de referência na mesma.

O avanço do desmatamento e da pressão antrópica com o desenvolvimento das cidades na região são realidades, levando em conta o endemismo, sensibilidade e restrição de muitas das espécies de opiliões, a coleta e depósito destes em coleções biológicas é uma das principais atividades para salvaguardar o conhecimento da diversidade do grupo neste bioma.

Neste sentido o material referente a este estudo inaugurou uma coleção de referência de opiliões do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Sendo esta uma das grandes contribuições dadas pelo presente estudo. As coleções zoológicas do INPA, apesar das intensas coletas realizadas na região, contavam apenas com 12 lotes de material-tipo, não tombado, e mais 25 lotes, provenientes de localidades da cidade de Manaus (principalmente da Reserva Ducke), perdidos em meio ao material referente a outros aracnídeos.

Um dos objetivos centrais no momento é a construção de uma coleção de referência da região amazônica com representatividade adequada. Visto que esta região brasileira não possui representatividade adequada em nenhuma das coleções aracnológicas do país, tão pouco mundiais, o que, por sua vez, dificulta o estudo das espécies regionais. A coleção de opiliões do INPA juntamente com a coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi tornarão possível conhecer uma fração da diversidade de opiliões na região, estabelecer um parâmetro comparativo entre espécies e grupos de espécies, e serão norteadores para todos os estudos envolvendo a ordem na mesma.

Apesar de todas as dificuldades taxonômicas envolvendo o grupo, um empenho mais profundo na identificação dos mesmos demonstrou que é possível detectar com precisão a maioria das formas coletadas em trabalhos de larga escala nesta região. A listagem e apresentação de ilustrações das espécies identificadas para trabalhos ecológicos podem oferecer informações valiosas acerca das espécies.

O uso de morfótipos deve ser executado com bastante cuidado. Este trabalho demonstrou que é possível separar as formas de opiliões amazônicos em morfótipos com bastante segurança, entretanto um bom embasamento taxonômico é necessário para esta atividade. Famílias complexas como Gagrellinae e Cosmetidae requerem um discernimento e um conhecimento mais aprofundado da morfologia e dos conceitos embutidos na escola taxonômica e sistemática do grupo.

Mesmo três especialistas experientes levaram um tempo longo para reconhecer as peculiaridades dos grupos amostrados, discernirem inconsistências presentes na literatura e finalmente definir, de forma coerente e mais segura o possível, onde seria feito o corte das espécies. Para os iniciantes interessados em usar opiliões como modelos de estudos ecológicos e biogeográficos na Amazônia, a dedicação a um treinamento prévio, envolvimento com a literatura e com as amostras de coleções, preferencialmente com a supervisão de especialistas do grupo, é o roteiro mais seguro. Visto que nesta região a presença de clinas morfológicas é aparentemente maior e mais freqüente do que para as espécies distribuídas na Mata Atlântica.

Aparentemente muitas espécies de Cosmetidae, Gagrellinae e Ampycinae apresentam várias formas, ou essas diversas formas podem ser outras espécies. Em espécies do gênero *Hutamaia* (Ampycinae) podemos notar um padrão morfológico externo conservativo, que durante identificações iniciais nos levam a crer que estamos diante de única espécie, a medida que as amostras de localidades distintas são agregadas podemos notar que estamos diante de várias formas que podem ser separadas externamente por discrepâncias do tamanho corpóreo, presença e variação na forma das apófises das pernas, opistossoma e dos tergitos livres, mesmo assim ao longo do gradiente longitudinal da várzea, algumas dessas espécies parecem compor um grupo maior com certo grau de variação que não é freqüentemente notado em representantes de outros grupos da própria região amazônica, bem como de outras regiões da América do Sul.

Em Cosmetidae parece haver uma mudança gradativa nos padrões de manchas e linhas, geralmente presentes no prosoma e opistossoma, havendo ainda formas que apresentam um aumento de tamanho corpóreo e de variabilidades estruturais externas, como tamanho de apófises, e desenhos do escudo dorsal, alguns exemplos são o grupo de formas *Eucynortulla pentapunctata*, *Cynorta juruensis* e muitas das espécies da Amazônia brasileira do gênero *Sibambea*. Variabilidades externas, como aumento do tamanho corpóreo entre populações de espécies, foram observadas em *Mitopus morio*,

espécie com a mais ampla distribuição em Opiliones (Jennings 1983), e em 3 espécies de Leiobuninae (Weed 1893). A Amazônia é um ambiente que ainda possui um alto grau de conectividade em suas florestas, pode ser que tais variações entre essas populações de espécies tenham relação com fatores ambientais ou geográficos, mas esses só poderão ser testados à medida que o conhecimento básico deste grupo na região avance.

Adis (1997) já sentia essa alta variabilidade nos complexos de formas em espécies de invertebrados amazônicos, opiliões inclusos, e comenta que as grandes diferenças ecológicas e fenológicas em espécies distribuídas em ambientes de várzea, igapó (em virtude do pulso dos rios) e terra-firme. Adis sugeriu que tais diferenças suportam a divisão dessas em novas espécies ou subespécies, e que a plasticidade fenotípica, morfológica e ecológica, dessas formas devem ser estudadas, uma vez que as diferenças ambientais têm influências diretas nas diversificação de espécies amazônicas.

Em gagrelíneos amazônicos há uma série de mudanças que podem ser notadas na morfologia genital, e não na morfologia externa, já que este é um grupo conhecido por sua morfologia externa conservativa (Tourinho 2004a e b, 2007). Para algumas espécies de Gagrellinae da Mata Atlântica brasileira, caso das espécies *Jussara aurantiaca* Tourinho & Kury, 2003, *Jussara avati* Tourinho & Kury, 2003 e *Jussara rosea* Mello-Leitão 1940, *Munequita pulchra* Mello-Leitão, 1941 e de muitas espécies ainda não descritas deste gênero, onde variações grandes na morfologia do pênis dos machos e nas manchas externas do prosoma e opistossoma também foram observadas (Tourinho dados não publicados). Porém o grau de isolamento das populações em virtude da fragmentação florestal, ao qual este último bioma foi exposto, impediu que muitos desses gradientes morfológicos fossem detectados. O que temos geralmente são amostras com hiatos geográficos grandes, como contatos de dois extremos de um longo colar, que não deixam pistas ou informações sobre o contínuo de variações intermediárias, o que nos leva a separá-las em grupos distintos. Estudos filogeográficos são necessários para que seja possível detectar as relações entre essas espécies, e afirmar de maneira mais precisa sua posição sistemática.

Uma vez que não havia conhecimento, nem tempo o suficiente, para estudos taxonômicos das espécies de Cosmetidae, as espécies com variações foram mantidas em um mesmo táxon, já que a similaridade morfológica entre elas é alta e as discrepâncias derivadas da morfologia não são suficientes para suportar a sua inclusão em um outro grupamento de espécies ou morfo-espécies (e.g. *Cynorta juruensis*). Algumas das

espécies amazônicas de *Caluga* e *Geaya* Roewer, 1910 apresentam morfologia peniana similar, mas não idênticas, e a morfologia externa dessas espécies, assim como a cor, são largamente distintas, o que nos permite separá-las com bastante segurança, atendendo ainda às exigências mais rígidas da escola taxonômica e sistemática. O oposto para a subfamília Gagrellinae, como já é conhecido, também ocorre com frequência, espécies distintas com morfologia e padrão de cor externa idêntica (Tourinho 2004 a e b), mas ao examinarmos o pênis são na verdade componentes de gêneros distintos e provavelmente de relações de parentesco bem distantes (Tourinho 2004 a).

Em termos de relações genealógicas é claro que os nomes atrelados as espécies identificadas de Cosmetidae não refletem suas relações de parentesco filogenético, ou seja, esses não são grupos naturais em função do sistema arbitrário de classificação à que essas espécies estão ancoradas. Portanto, espécies nomeadas como *Cynorta* não são necessariamente representantes da unidade monofilética *Cynorta* (veja Kury et al. 2007), como é o caso de *C. juruensis*, *Cynorta* sp.n. 1 e *Cynorta* sp.n. 2. O mesmo para as espécies de *Eucynortella* e *Eucynortula*. Portanto, para Cosmetidae nomes de gêneros não remetem a grupos naturais, e não devem ser usados para testes de padrões de distribuição das espécies posicionadas dentro deles.

Em virtude do grau mais avançado de conhecimento dos gagrelíneos no Neotrópico, das grandes revisões realizadas com todos os grupos genéricos distribuídos ao sul da América do Sul, o volume de material necessário a ser examinado para resolver esse tipo de problema era bem menor do que aquele necessário para posicionar os cosmetídeos em seus grupamentos naturais respectivos e reais. Portanto, com o exame do material tipo foi possível organizar todos os gagrelíneos em suas unidades taxonômicas reais dentro do tempo hábil para realização desta tese, há também a sorte de que apenas uma espécie desta subfamília já havia sido descrita, diminuindo o ruído do sistema original que sustenta sua classificação, e facilitando o processo de recuperação de identidade. Esse é um dos grandes cuidados a serem tomados com análises de padrões de distribuição e ecológicas de aracnídeos, pois esse é um tipo de problema comum. Análises de distribuição ecológicas levando em consideração gêneros podem frequentemente estar inferindo padrões gerais sobre grupos artificiais.

O material coletado para este trabalho ampliou o conhecimento acerca das espécies de opiliões distribuídas no território da Amazônia brasileira, uma vez que seu delineamento amostral se resume a um longo transecto longitudinal que atravessa a

região de ponta a ponta, percorrendo 3.200 Km, com distâncias padronizadas entre os pontos. Famílias e gêneros na Amazônia brasileira, antes registrados de forma pontual ou sem registros nacionais tiveram sua amplitude distribuição alargadas, e os primeiros indícios da grande diversidade desses grupos nesta região surgiram. Antes deste trabalho as localidades brasileiras possuíam registros de opiliões referentes a material-tipo das poucas espécies descritas para a região, sem referência precisa do estado ou localidade exata, além de se concentrarem nas cidades de Manaus, Belém, e grandes rios: rio Negro, alto rio Amazonas, Rio Purus, Xingú, alguns poucos registros para a cidade de Humaitá, São Paulo de Olivença, Benjamin Constant, e Santarém. A maioria dessas localidades possui poucos lotes e registros de espécies. Os estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima possuem um ou pouco mais de um registro, e cerca de 90% deles consiste apenas dos exemplares holótipo e parátipo das espécies registradas para a região, a maioria depositados em instituições estrangeiras.

Para grupos, como os opiliões, que sofrem de ampla carência de conhecimento, os números altos de espécies desconhecidas eram esperados, porém a proporção de novos táxons para além de 60% do total de espécies capturadas na várzea, e em outras amostragens estruturadas na Amazônia, superou as expectativas. Certamente as localidades amostradas possuem um número muito maior de espécies dessas duas últimas famílias, e obviamente de outras, até mesmo não acessadas neste estudo por seus hábitos extremamente crípticos, e particularidades de sua história natural. Porém, para acessá-las é necessária a aplicação de vários métodos e uma amostragem mais intensa, com pelo menos 3-5 dias de coleta em cada ponto amostral. No caso deste projeto, parte integrante do projeto temático Bases Científicas para Conservação da Várzea, havia apenas um dia de amostragem em cada um dos pontos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L.E., A. Pérez G., & A.L. Tourinho. 2007. Methods for taxonomic studies. Pp. 494-114. *In*: Pinto-da-Rocha, R., Machado G. & Giribet G. (Eds), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge.
- Adis, J. 1997. Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns. Pp. 299-317. *In*: *The Central Amazon Floodplain. Ecology of a Pulsing System*. (Junk, W.J., ed.). Ecological Studies, 126, Springer, Berlin.
- Adis, J. & W. Junk. 2002. Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology* 47:711-731.

- Alberti, G., R.A. Norton, J. Adis, N. Fernandez, E. Franklin, M. Kratzmann & A. Moreno. 1997a. Porose areas and related organs in oribatid mites (Oribatida). *Acarologia* (Montpellier), Columbus, Ohio 1:277-283.
- Alberti, G., R.A. Norton, J. Adis, N. Fernandez, E. Franklin, M. Kratzmann, A. Moreno, G. Weigmann & S. Woas. 1997b. Porose integumental organs of oribatid organs of oribatid mites (Acari, Oribatida). 2. Fine Structure. *Zoologica* **146**:33-114.
- Benavides, L. & G. Giribet. 2007. An illustrated catalogue of the South American species of the cyphophthalmid family Neogoveidae (Arthropoda, Opiliones, Cyphophthalmi) with a report on 37 undescribed species. *Zootaxa* **1509**:1–15.
- Bonaldo, A.B., C.A. Rheims & A.D. Brescovit. 2006. Four new species of *Drymusa* (Araneae, Drymusidae) from Brazilian Oriental Amazonia. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**(2):455-359.
- Boyer, S.L. & G. Giribet. 2007. Methods for Molecular Studies in Systematics. Pp. 506-510. *In*: Harvestmen: The Biology of Opiliones. (R. Pinto-da-Rocha, G. Machado & G. Giribet, eds.). Harvard University Press, Cambridge.
- Bragagnolo, C., A.A. Nogueira, R. Pinto-da-Rocha & R. Pardini. no prelo. Harvestmen in an Atlantic Forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biological Conservation*.
- Brescovit, A.D. & H. Höfer. 1994a. On the spider genus *Zimiromus* (Araneae, Gnaphosidae) in Central Amazonia. *Bulletin of the British Arachnological Society* **9**(8):262-266.
- Brescovit, A. D. & H. Höfer. 1994b. *Amazoromus*, a new genus of the family Gnaphosidae (Araneae) from Central Amazonia, Brazil. *Andrias* **13**:65-70.
- Brescovit, A.D. & H. Höfer. 1994c. *Heidrunea*, a new genus of the spider subfamily Rhoicininae (Araneae, Trechaleidae) from Central Amazonia, Brazil. *Andrias* **13**:71-80.
- Carvalho, L.S., A.B. Bonaldo & A.D. Brescovit. 2007. The first record of the family Cithaeronidae (Araneae, Gnaphosoidea) to the New World. *Revista Brasileira de Zoologia* **24**:512-514.
- Cokendolpher, J.C. MacKay, W.P. & M.H. Muma. 1993. Seasonal Populations phenology and habitat preferences of montane harvestmen (Arachnida, Opiliones) from Southwestern New Mexico. *The Southwestern Naturalist* **38**:236-240.
- Curtis, D.J. & G. Machado. 2007. Ecology. Pp. 280-308. *In*: Harvestmen: The Biology of Opiliones. (R. Pinto-da-Rocha, G. Machado & G. Giribet, eds.). Harvard University Press, Cambridge.
- Curry, S.J., W.F. Humphreys, L.E. Koch & B.Y. Main. 1985. Changes in Arachnid Communities Resulting from Forestry Practices in Karri Forests, Southwest Western Australia. *Australian Forest Research* **15**:469-480.

- Dennis, P., M.R. Young & C. Bentley. 2001. The Effects of Varied Grazing Management on Epigeal Spiders, Harvestmen and Pseudoscorpions of *Nardus Stricta* Grassland in Upland Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **86**:39-57.
- De Vivo, M., V.A. Taddei & A.R. Percequillo. 1999. O acervo das coleções zoológicas do Estado de São Paulo. Pp. 53-67. *In: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Volume 7.* (M.C. Wey de Brito & C.A. Joly, orgs.). São Paulo, FAPESP.
- Franklin, E. & S. Woas. 1993a. Some oribatid mites of the family Oppiidae (Acari: Oribatei) from Amazonia. *Andrias* **9**:5-56.
- Franklin, E. & S. Woas. 1993b. Some basic oppioid-like taxa (Acari: Oribatei) from Amazonia. *Andrias* **9**:56-74.
- Franklin, E., E.M.R. Santos & M.I.C. Albuquerque. 2006. Diversity and distribution of oribatid mites (Acari: Oribatida) in a lowland rain forest of Peru and several environments of the Brazilian states of Amazonas, Rondônia, Roraima and Pará. *Brazilian Journal of Biology* **66**:999-1020.
- Franklin, E., E.M.R. Santos & M.I.C. Albuquerque. 2007. Edaphic and arboricolous oribatid mites (Acari: Oribatida) in tropical environments: changes in the distribution of higher taxonomic level in the community of species. *Brazilian Journal of Biology* **67**:631-637.
- Franklin, E., J.W. Morais & E.M.R. Santos. 2001. Density and biomass of Acari and Collembola in primary forest, secondary growth and polyculture in Central Amazonia. *Andrias* **15**:141-154.
- Franklin, E., H.O.R. Schubart & J. Adis. 1997. Ácaros (Acari: Oribatida) edáficos de duas florestas inundáveis da Amazônia Central: distribuição vertical, abundância e recolonização do solo após a enchente. *Brazilian Journal of Biology* **57**(3):501-520.
- Franklin, E., E.F. Franklin, S. Woas, H.O.R. Schubart & J. Adis. 1998. Ácaros Oribatideos (Acari: Oribatida) arborícolas de duas florestas inundáveis da Amazônia Central. *Brazilian Journal of Biology* **58**(2):317-335.
- Gasnier, T.R. & H. Höfer. 2001. Patterns of abundance of four species of wandering spiders (Ctenidae, Ctenus) in a forest in central Amazonia. *Journal of Arachnology* **29**(1):95-103.
- Gasnier, T.R., C.S. Azevedo, M.P. Torres-Sanches & H. Höfer. 2002. Adult size of eight hunting spider species in central Amazonia: temporal variations and sexual dimorphisms. *Journal of Arachnology* **30**(1):146-154.
- Gasnier, T.R., H. Höfer & A.D. Brescovit. 1995. Factors affecting the activity density of spiders on tree trunks in an Amazonian rainforest. *Ecotropica* **1**(2):69-77.

- Gasnier, T.R., W.E. Magnusson & A.P. Lima. 1994. Foraging activity and diet of four sympatric lizard species in a tropical rainforest. *Journal of Herpetology* **28**(2):187-192.
- Giribet, G. & A. Kury. 2007. Phylogeny and Biogeography. Pp. 62-87. *In: Harvestmen: The Biology of Opiliones*. (R. Pinto-da-Rocha, G. Machado & G. Giribet, eds.). Harvard University Press, Cambridge.
- Giribet, G., M. Rambla, S. Carranza, J. Bagaña, M. Riutort & C. Ribera. 1999. 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* **2**:296-307.
- Höfer, H. & A.D. Brescovit. 1994. On the spider *Rhoicinus* (Araneae, Trechaleidae) in a central Amazonian inundation forest. *Journal of Arachnology* **23**(1):54-59.
- Höfer, H. & A.D. Brescovit. 1996. On the genus *Xyccarph* Brignoli in the central Amazonian region (Araneae, Oonopidae). *Bulletin of the British Arachnological Society* **10**(4):149-155.
- Hunt, G.S. 1991. Harvestmen (Opiliones) in arid and semi-arid Australia. *Australasian Arachnology* **41**:3-5.
- Jennings, A.L. 1983. Biogeographical variation in the harvestman *Mitopus morio* (Opiliones: Arachnida). *Journal of Zoology* **200**: 367-380.
- Kury, A.B. 2003. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnologia*, vol. especial monográfico **1**:1-337.
- Kury, A.B. 2006. Arachnology MNRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu Nacional. Online em <http://acd.ufrj.br/mndi/Aracnologia>. Acessado em 12/09/2007
- Kury, A.B. & R. Pinto-da-Rocha. 2002. Opiliones. Pp. 345-362. *In: Amazonian Arachnida and Myriapoda* (J. Adis, ed.). Pensoft Publishers, Sofia, Moscow.
- Kury, A.B., O. Villarreal M., & C. S. Costa 2007. Redescription of the type species of *Cynorta* Koch, 1839 (Arachnida, Opiliones, Cosmetidae). *The Journal of Arachnology* **35**:325-333.
- Marques, C.A. & C.J.E. Lamas. 2007. Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. *Papéis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia de São Paulo* **46**(13):139-174.
- Menin, M., D.J. Rodrigues & C.S. Azevedo. 2005. Predation on amphibians by spiders (Arachnida, Araneae) in the Neotropical region. *Phyllomedusa* **4**(1):39-47.
- Pinto-da-Rocha, R. 1996. Notes on *Vima insignis* Hirst, 1912, revalidation of *Trinella* Goodnight & Goodnight, 1947 with description of three new species (Arachnida, Opiliones, Agoristenidae). *Revista Brasileira de Entomologia, São Paulo* **40**(2): 317-325.

- Pinto-da-Rocha, R. 1997. Systematic review of the Neotropical family Stygnidae (Opiliones, Laniatores, Gonyleptoidea). *Arquivos de Zoologia, São Paulo* **33**(4):163-342.
- Pinto-da-Rocha, R. 1999. Opiliones. Pp. 35-44. *In: Invertebrados Terrestres. Volume 5. Biodiversidade do Estado de São Paulo. Síntese do conhecimento ao final do século XX.* (C.R.F Brandão & E.M. Cancellato, eds.). FAPESP, São Paulo.
- Pinto-da-Rocha, R. 2004. A new species of Fissiphalliidae from Brazilian Amazon Rain Forest (Arachnida: Opiliones). *Zootaxa (Auckland), Nova Zelandia* **640**: 1-6.
- Pinto-da-Rocha, R. & A.B. Bonaldo. 2006. A structured inventory of Harvestmen (Arachnida, Opiliones) at Juruti River plateau, State of Pará, Brazil. *Revista Ibérica de Aracnología* **13**:155-162.
- Pinto-da-Rocha, R. & A.B. Kury. 2003a. Phylogenetic analysis of *Santinezia* with description of five new species (Opiliones, Laniatores, Cranidae). *Journal of Arachnology* **31**:173-208.
- Pinto-da-Rocha, R. & A.B. Kury. 2003b. Third species of Guasiniidae (Opiliones, Laniatores) with comments on familial relationships. *Journal of Arachnology* **31**:394-399.
- Pinto-da-Rocha, R.; M.B. da Silva; C. Bragagnolo. 2005. Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. *Journal of Arachnology* **33**(2): 290-299.
- Rego, F.N.A.A., C.A. Rheims & E.M. Venticinque. 2004. Notes on the Predation of an Aviculariine Spider (Araneae: Theraphosidae, Avicularia sp.) by *Pepsis frivaldskyi* (Hymenoptera: Pompilidae) in Brazilian Amazonia. *Journal British Tarantula Society* **20**:18-25.
- Roewer, C.F. 1910. Revision der Opiliones Plagiostethi (= Opiliones Palpatores). I. Teil: Familie der Phalangiidae. (Subfamilien: Gagrellini, Liobunini, Leptobunini.) *Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg* **19**(4):1-294.
- Roewer, C.F. 1923. *Die Weberknechte der Erde. Systematische Bearbeitung der bisher bekannten Opiliones.* Gustav Fischer, Jena, 1116 pp.
- Roewer, C.F. 1957. Arachnida Arthrogastra aus Peru, III. *Senckenbergiana Biológica* **38**(1/2):67-94.
- Salvestrini, F.M.D. & T.R. Gasnier. 2001. Differences in the activity of juveniles, females and males of two hunting spiders of the genus *Ctenus* (Araneae, Ctenidae): active males or inactive females?. *The Journal of Arachnology* **29**(2):276-278.
- Simpson, G.G. 1971. *Princípios de taxonomia animal.* Lisboa. Fundação Caloste Gulbenkian, 254 pp.

- Tourinho, A.L. 2004a. A new genus of Gagrellinae from Brazil, with a comparative study of some of the southernmost tropical and subtropical South American species (Eupnoi, Sclerosomatidae, Gagrellinae). *Revista Ibérica de Aracnología* **9**:157–177.
- Tourinho, A.L. 2004b. The third species of the South American genus *Pectenobunus* Roewer, with a new synonym for the genus (Eupnoi, Sclerosomatidae, Gagrellinae). *Zootaxa* **405**:1-16.
- Tourinho, A.L. & A.B Kury. 2001. Notes on *Holcobunus* Roewer, 1910, with two new generic synonymies (Arachnida, Opiliones, Sclerosomatidae), *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia* **461**:1-22.
- Tourinho, A.L. & A.B Kury. 2003 A review of *Jussara*, with descriptions of six new species from Brazil (Arachnida, Opiliones, Sclerosomatidae). *Tropical Zoology* **16**(2):209–275.
- Tourinho, A.L. & A. Pérez G. 2006. On the family Fissiphalliidae Martens, 1988, with description of two new Amazonian species. *Zootaxa* **1325**:235-254.
- Venticinque, E.M., F.N.A.A. Rego, A.D. Brescovit, C.A. Rheims & G.R.S. Ruiz. no prelo. A Araneofauna das Várzeas do Ro Amazonas: Padrões de Distribuição e Estado do Conhecimento Atual. *In*: Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (no prelo). (A.L.K.M. Albernaz, org.). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.
- Weed, C.M. 1893. the cinnamon harvest-spider and its variations. *American Naturalist* **27**: 534-541.
- Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics, the theory and practice of phylogenetic systematics*. New York, Wiley Sons, xv, 439pp.
- Zaher, H. & P.S. Young. 2003. As coleções zoológicas brasileiras: Panorama e desafios. *Ciência e Cultura* **55**(3):24-26.

Tabelas

Subordens	Número de Espécies	Distribuição Geográfica
Cyphophthalmi	141	Esparadamente no mundo
Dyspnoi	330	Predominância nas regiões temperadas do hemisfério Norte
Eupnoi	1807	No mundo todo
Laniatores	4805	Predominância nas regiões Tropicais

Tab. 1 – Subordens de Opiliones por número de indivíduos e sua distribuição geográfica no mundo.

Família	Espécie
1. Agoristenidae (Leiosteninae)	<i>Trinella</i> sp nova 1
2. Agoristenidae (Leiosteninae)	<i>Trinella</i> sp nova 2
3. Cosmetidae	<i>Cynorta juruensis</i> (Mello-Leitão, 1923)
4. Cosmetidae	<i>Cynorta</i> sp nova 1
5. Cosmetidae	<i>Cynorta</i> sp 2
6. Cosmetidae	<i>Cynortellula bimaculata</i> Roewer, 1925
7. Cosmetidae	<i>Eucynortella duapunctata</i> Goodnight & Goodnight, 1943
8. Cosmetidae	<i>Eucynortella</i> sp nova 2
9. Cosmetidae	<i>Eucynortella</i> sp nova 3
10. Cosmetidae	<i>Eucynortula pentapunctata</i> Roewer, 1947
11. Cosmetidae	<i>Flirtea</i> sp nova 1
12. Cosmetidae	<i>Flirtea</i> sp nova 2
13. Cosmetidae	<i>Gryne</i> sp nova 1
14. Cosmetidae	<i>Gryne</i> sp nova 2
15. Cosmetidae	<i>Gryne</i> sp nova 3
16. Cosmetidae	<i>Metalibitia</i> sp nova 1
17. Cosmetidae	<i>Metalibitia</i> sp nova 2
18. Cosmetidae	<i>Paecilaema manifestum</i> Roewer, 1925
19. Cosmetidae	<i>Sibambea</i> sp nova
20. Fissiphalliidae	<i>Fissiphallius chicoi</i> Tourinho & Pérez 2006
21. Gonyleptidae (Ampycinae)	<i>Hutamaia</i> sp nova 1
22. Gonyleptidae (Ampycinae)	<i>Hutamaia</i> sp nova 2
23. Gonyleptidae (Ampycinae)	<i>Hutamaia</i> sp nova 3
24. Gonyleptidae (Ampycinae)	<i>Hutamaia</i> sp nova 4
25. Manaosbiidae	<i>Callcosma</i> sp nova 1
26. Manaosbiidae	<i>Callcosma</i> sp nova 2
27. Manaosbiidae	<i>Callcosma</i> sp nova 3
28. Manaosbiidae	<i>Callcosma</i> sp nova 4
29. Manaosbiidae	Gênero 1 sp 1
30. Manaosbiidae	Gênero 2 sp 1
31. Manaosbiidae	Gênero 3 sp 1
32. Manaosbiidae	<i>Saramacia</i> sp 1
33. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 1
34. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 2

35. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 3
36. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 4
37. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 5
38. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 6
39. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 7
40. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga</i> sp nova 8
41. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya atrolutea</i> Roewer, 1910
42. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya</i> sp nova 1
43. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya</i> sp nova 2
44. Sclerosomatidae (Gagrellinae)	Gênero novo 1 sp nova 1
45. Stygnidae (Stygninae)	<i>Auranus</i> sp
46. Stygnidae (Stygninae)	<i>Protimesius</i> sp
47. Stygnidae (Stygninae)	<i>Stygnus</i> sp 1
48. Stygnidae (Stygninae)	<i>Stygnus</i> sp 2
49. Stygnidae (Stygninae)	<i>Stygnus</i> sp 3
50. Stygnidae (Stygninae)	<i>Stygnus</i> sp 4
51. Stygnidae (Stygninae)	<i>Stygnus</i> sp 5

Tabela 2 - Lista das 51 espécies por famílias coletadas e identificadas para várzea do Rio Solimões Amazonas.

Família	Espécie	Museu	status
1 Agoristenidae (Leiosteninae)	<i>Trinella matintaperera</i> Pinto-da-Rocha, 1996	INPA	holótipo
2 Cosmetidae	<i>Gryne amazonica</i> Roewer, 1947	SMF RII 9022/14a-b	holótipo e parátipo
3 Cosmetidae	<i>Gryne dimorpha</i> Mello-Leitão, 1928	MNRJ 1382	síntipos
4 Cosmetidae	<i>Gryne marginalis</i> (Perty, 1833)	SMF RI 282ab	
5 Cosmetidae	<i>Gryne oreensis</i> (Sørensen, 1879)	SMF RI 139-3	
6 Cosmetidae	<i>Gryne pustulata</i> Roewer, 1927	SMF 186/5	holótipo
7 Cosmetidae	<i>Metagryne albireticulata</i> Roewer, 1952	SMF RII 9793/15	holótipo
8 Cosmetidae	<i>Metagryne elegans</i> Roewer, 1947	SMF RII 8681/13	holótipo
9 Cosmetidae	<i>Protus ornatus</i> Roewer, 1912	SMF RI 286	holótipo
10 Cosmetidae	<i>Eucynortula pentapunctata</i> Roewer, 1947	SMF RII 5860-61/202-203	holótipo e parátipo
11 Cosmetidae	<i>Discosomaticus sturmi</i> Roewer, 1963	SMF RII 12728	holótipo
12 Cosmetidae	<i>Paraprotus albithorax</i> Roewer, 1947	SMF RII 132/2	holótipo
13 Cosmetidae	<i>Paraprotus atroluteus</i> Roewer, 1912	SMF RI 291	síntipos
14 Cosmetidae	<i>Paraprotus quadripunctatus</i> Roewer, 1947	SMF 1489/7	holótipo
15 Cosmetidae	<i>Paraprotus speciosus</i> Roewer, 1927	SMF 185/4	holótipo
16 Cosmetidae	<i>Metagryne bicolumnata</i> Roewer, 1959	SMF RII 12782/16	holótipo
17 Cosmetidae	<i>Sibambea rotunda</i> Roewer, 1917	SMF R1298	holótipo
18 Cosmetidae	<i>Eucynortella spectabilis</i> Roewer, 1912	SMF RI	holótipo
19 Cosmetidae	<i>Cynorta insperata</i> Soares, 1970	MNRJ 5058	holótipo
20 Cosmetidae	<i>Cynorta itacoaiensis</i> Soares, 1970	MNRJ 5059	holótipo
21 Cosmetidae	<i>Cynorta juruensis</i> (Mello-Leitão, 1923)	MNRJ 5060	holótipo
22 Cosmetidae	<i>Cynorta litterata</i> H. Soares, 1970	MNRJ 5061	holótipo
23 Cranidae	<i>Santinezia manauara</i> Pinto-da-Rocha, 1994	INPA	holótipo
24 Fissiphalliidae	<i>Fissiphallius spinulatus</i> Martens, 1988	SMF 35475	holótipo
25 Fissiphalliidae	<i>Fissiphallius sturmi</i> Martens, 1988	SMF 35472	holótipo
26 Fissiphalliidae	<i>Fissiphallius sympatricus</i> Martens, 1988	SMF 25476	holótipo
27 Gonyleptidae (Ampycinae)	<i>Hutamaia caramaschii</i> Soares & Soares, 1977	HSPC 614	holótipo
28 Guasiniidae	<i>Guasinia persefone</i> Pinto-da-Rocha, 2003	INPA	holótipo e parátipos
29 Manaosbiidae	<i>Belemnodes scaber</i> (Roewer, 1932)	SMF 1448/59	síntipos
30 Manaosbiidae	<i>Belemulus annulatus</i> Roewer, 1932	SMF RII 1451/62	holótipo
31 Manaosbiidae	<i>Callosma gracilima</i> Roewer, 1932	SMF RII 1414/25	holótipo
32 Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Azucarella weyrauchi</i> Roewer, 1959	SMF R II/12783/641	holótipo e parátipo
33 Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Caluga rupicola</i> Roewer, 1959	SMF R II/12784/642	holótipo e parátipo

34	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Carmenia bunifrons</i> Roewer 1915	SMF R II/1163	holótipo
35	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Fesa tricolor</i> Roewer, 1953	SMF R II/3235/192	síntipos
36	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Garleppa granulata</i> Roewer, 1912	SMF R I/4/571	holótipo
37	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya aenescens</i> Roewer, 1910	SMF R I/4/563	parátipo
38	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya astrospinulosa</i> Roewer, 1910	SMF R II/11655-640	holótipo
39	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya atrolutea</i> Roewer, 1910	SMF R I/4/561	holótipo
40	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya aureobrunnea</i> Roewer, 1953	SMF R II/9781/559	síntipos
41	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya auriscutata</i> Roewer 1963	SMF R II/12719/1	holótipo
42	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya benedictina</i> Roewer 1953	SMF R II/9776-554	holótipo
43	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya bipectinata</i> Roewer, 1953	SMF R II/1625/169	holótipo
44	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya bivittata</i> Mello-Leitao 1940	SMF R II/9776-554	holótipo
45	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya grandis</i> Roewer, 1953	SMF R II/5429/202	holótipo
46	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya centralis</i> Roewer, 1953	SMF R II/5909/412	holótipo
47	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya cornelii</i> Roewer, 1953	SMF R II/4812/199	holótipo
48	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya cuprinitens</i> Roewer 1954	SMF R II/11425-636	holótipo
49	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya crucicolorata</i> Roewer, 1953	SMF R 11/6445/425	síntipos
50	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya decorata</i> Roewer, 1953	SMF R II/9818/570	síntipos
51	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya evidens</i> Roewer 1927	SMF RII 12720-2	holótipo
52	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya ibarrana</i> Roewer, 1953	SMF RII 12720-2	holótipo e parátipo
53	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya insularis</i> Roewer, 1953	SMF R II/1627/171	síntipos
54	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya jamaicana</i> Roewer, 1953	SMF R II/9782/560	holótipo e parátipo
55	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya marginata</i> Roewer, 1953	SMF R II/1624/168	holótipo
56	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya magna</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5430/203	holótipo
57	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya nigromaculata</i> Roewer, 1910	SMF R 1/4/566	parátipo
58	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya nigricoxa</i> Roewer, 1910	SMF R 1/4/564	parátipo
59	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya nigrosigillata</i> Mello-Leitao 1946	SMF R II/6580/432	parátipo
60	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya ortizi</i> Roewer 1957	SMF RII 11424-635	holótipo
61	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya opaca</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5907/421	síntipos
62	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya tibialis</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5908/411	holótipo
63	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya thoracica</i> Roewer 1953	SMF SMF RII 3685-194	holótipo
64	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Geaya wernerii</i> Roewer, 1953	SMF R 11/9783/561	holótipo e parátipo
65	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Holcobunus mexicanus</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5916/4	holótipo
66	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Holcobunus tocaninus</i> Roewer, 1953	SMF R 11/2512/175	holótipo
67	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Holcobunus trochanteralis</i> Roewer, 1953	SMF R 11/2512/175	holótipo

68	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Krusa amazonica</i> Roewer, 1953	SMF R 11/9677/550	holótipo
69	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Krusa boliviana</i> Roewer, 1953	SMF R 11/9835/586	holótipo
70	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Krusa colombiana</i> Roewer, 1953	SMF RII/9834-585	holótipo
71	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Krusa peruviana</i> Roewer, 1953	SMF R II/1621/165	holótipo
72	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Krusella pilipes</i> Roewer, 1953	SMF R II/9836/587	holótipo
73	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Onostemma maculatipes</i> Roewer, 1953	SMF R 11/352/145	holótipo
74	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma albofasciatum</i> (Cambridge, 1901)	SMF R 550	
75	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma andinum</i> Roewer, 1953	SMF R 11/1611/155	holótipo
76	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma bidens</i> Roewer, 1953	SMF R 11/3149/188	holótipo
77	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma bryantae</i> Roewer, 1953	SMF R 11/9824/575	holótipo
78	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma cubanum</i> Roewer, 1953	SMF R 11/3036/179	síntipos
79	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma efficiens</i> Roewer, 1953	SMF R 11/7420/434	síntipos
80	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma flavicoxale</i> Roewer, 1953	SMF R 11/6494/431	holótipo
81	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma fulvibruneum</i> Roewer, 1953	SMF R 11/552/146	holótipo
82	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma fuliginosum</i> Roewer, 1953	SMF R 11/3688/197	holótipo
83	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma insulare</i> Roewer, 1953	SMF R 11/1615/159	holótipo
84	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma magnificum</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5913/416	síntipos
85	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma martiniquium</i> Roewer, 1953	SMF R II/1617/161	holótipo
86	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma mediobruneum</i> Roewer, 1953	SMF R II/1616/160	holótipo
87	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma nitens</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5912/415	holótipo e parátipo
88	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma ritcheri</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5914/417	holótipo
89	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma socialis</i> Roewer, 1957	SMF RII 11428/63	holótipo e parátipo
90	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma sulfureum</i> Roewer, 1953	SMF RII 5911-414	holótipo
91	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma surinamensis</i> Roewer, 1953	SMF R II/9829/580	holótipo
92	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma transversali</i> Roewer 1953	SMF R 11/1612/156	holótipo e parátipo
93	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma vittatum</i> Roewer, 1910	SMF R 1/4/557 R 1/4/558	parátipos
94	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Prionostemma bryante</i> Roewer, 1953	SMF R 11/9824/575	holótipo
95	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Romerella reticulata</i> Roewer, 1953	SMF R 11/8673/438	holótipo
96	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Symphatica aureopunctata</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5426/410	holótipo
97	Sclerosomatidae (Gagrellinae)	<i>Taperina lutea</i> Roewer, 1953	SMF R 11/5917/204	holótipo
98	Stygnidae (Stygninae)	<i>Stygnus heliae</i> Pinto-da-Rocha, 1997	INPA	holótipo e parátipos

Tabela 3 - Lista das 95 espécies tipos e 3 não tipos examinadas para a identificação das espécies da várzea do Rio Solimões Amazonas.

Artigo 2

A ser submetido para a Biotropica

Fatores Condicionantes da Composição e Riqueza de Opiliões na Várzea do Rio Amazonas – Brazil¹

Ana Lúcia Tourinho

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas Ecológicas – CPEC – setor V8 – Avenida André Araújo, 2936 – Aleixo – CEP 69011-970, Cx.Postal: 478 – Manaus – AM – Brasil. amtourinho@gmail.com

Eduardo M. Venticinque

Wildlife Conservation Society, Rua dos Jatobás 274, Coroado III, 69085-380, Manaus, AM, Brasil, eventicinque@wcs.org

Adriano B. Kury

Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Aracnologia, Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão 20.940-040, Rio de Janeiro – RJ – Brasil. adrianok@gmail.com

e

Regiane Saturnino Ferreira

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas Ecológicas – CPEC – setor V8 – Avenida André Araújo, 2936 – Aleixo – CEP 69011-970, Cx.Postal: 478 – Manaus – AM – Brasil.

Received ____; revision accepted ____

RESUMO

Os padrões de composição e riqueza de espécies de opiliões com distribuição ao longo da calha da várzea do rio Solimões-Amazonas foram investigados, a fim de testar se a comunidade de opiliões da várzea difere antes e depois da confluência entre o rio Negro

com o rio Amazonas. A riqueza e composição foram analisadas em função da variável geográfica de longitude, variações de estrutura a paisagem, e do relevo ao longo do sistema, para avaliar quais fatores estariam influenciando a distribuição de espécies na várzea. Houve uma ruptura entre as similaridades de espécies antes e depois do Negro caracterizando duas regiões biogeográficas marcadas pela entrada deste rio. Tanto a riqueza quanto a composição de espécies foram principalmente influenciadas pela distância geográfica. Apesar da estrutura da paisagem ter influenciado a comunidade de opiliões da várzea, o efeito da estrutura da paisagem sobre essa comunidade ocorre através da influência da longitude sobre a mudança da paisagem ao longo do gradiente.

Palavras chaves: Amazônia, Várzea do Solimões-Amazonas, Opiliões, Biogeografia, comunidades, Rio Negro.

O CONHECIMENTO ACERCA DA BIODIVERSIDADE GLOBAL E DOS PROCESSOS QUE A CONTROLAM AINDA é rudimentar, porém, fundamental para que ações conservacionistas sejam bem sucedidas. Diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas globais, modificações no habitat e extinções, ampliações do conhecimento global acerca da diversidade tornaram-se indispensáveis. Para que possamos ter melhor compreensão da manutenção da biodiversidade em escalas globais é necessário que sejam realizados estudos em amplas escalas espaciais e temporais, pois as mudanças ambientais que são importantes na estruturação de comunidades geralmente operam em escalas de séculos a milênios (Hubbell 1995).

Infelizmente um dos maiores impedimentos para que se realizem estudos em escalas maiores é financeiro, visto que pouco investimento é feito na pesquisa e treinamento para a biodiversidade, se comparado com outras áreas de pesquisas, como agricultura e saúde, por exemplo. Investigações sobre a diversidade biológica em áreas tropicais é uma tarefa difícil, já que estamos lidando com as áreas terrestres de máxima diversidade do planeta, e nosso conhecimento taxonômico e biogeográfico sobre a maioria dos grupos de artrópodes e microorganismos terrestres é extremamente pobre (Cowell & Coddington 1994). Por outro lado é nessa mesma região que essa empreitada é urgente em função do avanço frenético do desmatamento de suas áreas florestais.

Sabe-se que a heterogeneidade ambiental e limitações na dispersão causam distribuições de espécies heterogêneas em grandes escalas, e mesmo em áreas fisionomicamente semelhantes pode ocorrer a substituição gradual de espécies na

comunidade (Tuomisto *et al.* 2003, Zuquim, 2006), variações ambientais sutis ou mesmo a própria dispersão, podem, portanto, influenciar a variação da distribuição de espécies em locais geograficamente próximos. Esses dois conceitos embasam o ponto de vista das duas linhas teóricas mais assiduamente discutidas na literatura moderna: a teoria neutra (Hubbell, 2001) assume que a capacidade de colonização é igual para todas as espécies, logo, dispersão estaria estruturando as comunidades, enquanto a escola determinista (Jones *et al.* 2006) prevê que a estrutura das comunidades se dá por nichos, em função dos ambientes heterogêneos.

O modelo neutro de Hubbell é uma teoria histórica (Hubbell 2001, Ricklefs 2004). Neste modelo a diversidade representa um balanço entre a especiação e a extinção, e as espécies são ecologicamente e competitivamente equivalentes; então suas coexistências não são inibidas por competição, mas mantidas pela metacomunidade de entorno e pelas taxas de migração. O número de espécies em uma região é o produto do tamanho da região e da taxa de especiação, esses fatores são regionais e históricos ao contrário de locais ou ecológicos.

No modelo neutro a medida que aumentam as distâncias aumentam diferenças entre as comunidades, ou seja, áreas com maiores distâncias tendem a ser menos similares, independente da heterogeneidade do ambiente. O mesmo pode acontecer segundo o modelo determinista, porém, com a probabilidade de que a dissimilaridade ambiental esteja embutida no efeito da distância. Esses modelos têm sido testados e amplamente discutidos para diversos grupos de organismos, principalmente plantas, e divergências quanto a eles existem (veja Condit *et al.* 2002, Ruokolainen & Tuomisto, 2002, Tuomisto *et al.* 2003, Ricklefs 2004). Modelos levando em consideração a teoria neutra e o habitat parecem ser uma sugestão bastante interessante (Hubbell 2002), ainda que um pouco complexa de ser realizada na prática, em virtude da característica contínua dos habitats.

Não existem estudos deste escopo envolvendo os opiliões, portanto não se sabe de seus padrões, tão pouco como respondem aos modelos neutralistas e deterministas. Possíveis fatores influenciando a distribuição de espécies de opiliões, sua separação e coexistência são padrões de atividades temporais e exigências de habitats. Apesar de haver um grande volume de informação ecológica sobre opiliões, provinda de amostragens qualitativas ao redor do mundo, são raros os estudos envolvendo seus padrões espaço-temporais (Curtis & Machado 2007). Sabe-se que opiliões podem ser encontrados em uma gama variada de habitats, e que em escalas mais finas também se

distribuem em estratos verticais e em diferentes camadas da vegetação, e também que algumas espécies podem ter distribuições mais amplas (Cap. 3).

Os poucos estudos envolvendo a estrutura de habitats sobre as comunidades de opiliões, em escala fina, apresentam resultados conflitantes, e, portanto, precisam de rigorosos testes, com delineamento elaborado para avaliar os efeitos da arquitetura do habitat sobre os opiliões. Análises feitas com dados compilados da literatura em conjunto com banco de dados não publicados de pesquisadores brasileiros, sugerem que a riqueza de opiliões em florestas é 2.8 vezes maior do que em áreas abertas. Essa diferença deve estar relacionada, em áreas abertas, com variações sazonais de fatores abióticos como temperatura e umidade, e também com a maior complexidade das florestas (Curtis & Machado, 2007). Estudos na Europa demonstraram que a riqueza de opiliões pode ser influenciada negativamente por um gradiente altitudinal nos Alpes (Komposch & Gruber 1999), e um outro estudo realizado na Mata Atlântica demonstrou o mesmo (Almeida-Neto *et al.* 2006).

Na região Neotropical apenas um estudo quantitativo analisou os padrões de riqueza e composição de opiliões em fragmentos na Mata Atlântica (Bragagnolo *et al.* no prelo). Os resultados desse estudo são particularmente importantes por revelar, pela primeira vez, a resposta extremamente positiva de opiliões à fragmentação de florestas, redução no tamanho do fragmento e modificação na qualidade da floresta. Outros grupos estudados no mesmo local foram afetados, em sua maioria, por apenas um desses fatores, sugerindo que os opiliões são bons indicadores de qualidade ambiental e devem ser usados em estudos ecológicos e de monitoramento de florestas tropicais.

Para a Amazônia há apenas um inventário quantitativo realizado no Pará, em Juruti (Pinto da Rocha & Bonaldo 2006), porém esse estudo não avaliou a resposta da comunidade de opiliões em função de algum tipo de gradiente ecológico ou geográfico. Por outro lado, a maior contribuição desse estudo, foi a aplicação de vários métodos de amostragem e a discussão de sua eficiência em protocolos de amostragens amazônicos. Neste estudo uma parcela foi estabelecida na várzea, mas comparações relativas à variação na riqueza e composição de espécies entre ambientes de terra-firme e várzea, não foram possíveis em função do delineamento amostral. O pouco conhecimento relativo aos opiliões da várzea se resumem às publicações de Adis (1997, 2001) e colaboradores (Adis & Junk 2002, Adis & Schubart 1984), que realizou uma série de

estudos importantes, porém muito amplos e levando em consideração grandes padrões ecológicos gerais, com universos de interesse taxonômico muito amplificados.

Dentre os aracnídeos as aranhas foram os organismos mais explorados em ambientes de várzea. Quatro estudos foram conduzidos e de acordo com 3 deles a riqueza de aranhas na várzea é menor do que nas florestas de igapó e terra-firme (Adis *et al.* 1984, Höfer 1997, Borges & Brescovit 1996), mas os motivos dessas diferenças na riqueza e na composição de espécies são desconhecidos (Venticinque *et al.* no prelo). Coletas recentes realizadas em diversos sítios de terra-firme, utilizando o mesmo protocolo empregado neste estudo, sugerem o mesmo para opiliões. As diferenças na riqueza podem estar relacionadas à insuficiência amostral, ou com a grande variedade de habitats encontrados na várzea (Ayres 1995).

De acordo com Adis (1997), invertebrados terrestres são influenciados pela frequência, amplitude e duração do período de inundação, o que exige diferentes estratégias de sobrevivência dos organismos. À medida que aumenta o nível da água as aranhas mais ágeis se deslocam sobre a superfície da água em busca de locais não alagados, como troncos mortos, praias, barrancos e bancos de macrófitas (Höfer 1997), até mesmo ajustes dos ciclos de desenvolvimento de espécies opiliões se dão em fases distintas, fase inundada e fase seca (Friebe & Adis 1983).

Não há publicações sobre o uso desta estratégia pelos opiliões, mas suspeitamos que este tipo de migração também seja realizada por muitas de suas espécies. Coletas realizadas durante o projeto próvárzea e observações diretas realizadas durante o trabalho de campo na RDS Piranha e na Ilha da Marchantaria, mostraram que macrófitas também são um importante refúgio para os opiliões, visto que grandes números de indivíduos foram observados em bancos de macrófitas da várzea no lago do Piranha a noite, a grande maioria eram indivíduos da família Cosmetidae, e alguns Stygnidae, porém um Zalmoxidae também foi detectado em macrófitas, nas reentrâncias de folhas de *Pistia sp.* Por outro lado, aranhas e opiliões que são menos ágeis e com habitat mais estratificado (p.ex os diminutos Fissiphalliidae e espécies de Stygnidae e Manosbiidae) devem evitar a inundação subindo em troncos e estruturas verticais como galhos, troncos mortos e pequenas plantas, passando a ocupar os troncos e o dossel das árvores.

Entender como as espécies de opiliões respondem e se adequam aos diferentes ambientes na Amazônia e sob diferentes condições é um dos importantes passos para alavancar o conhecimento do grupo na região (Pinto-da-Rocha & Bonaldo 2006). Neste

estudo procuramos testar: 1. qual das teorias acima explanadas, teoria determinista ou a teoria neutra, pode explicar melhor a distribuição das espécies de opiliões ao longo do sistema Solimões-Amazonas? 2. a hipótese de que o Rio Negro representa um limite na distribuição de espécies nesse sistema; 3. testar se a distância geográfica (representada pela longitude) afeta a mudança da estrutura da comunidade de opiliões neste sistema.

MÉTODOS

DADOS AMBIENTAIS. – Para testar a influência local da paisagem sobre os padrões de riqueza e composição foram selecionadas as seguintes variáveis ambientais: % de área alagada (basicamente formada por canais, lagos, rios, etc), % de floresta alagada (basicamente formada por restinga baixa), % de floresta seca (basicamente formada por restinga alta), % de terra-firme, % de arbustos, grama e pasto (formada por vegetações abertas da várzea) e o índice de heterogeneidade do terreno. As porcentagens de todas essas variáveis foram calculadas para três classes de distâncias: em um raio de 5 km, raio de 10 km, raio de 20 km. A extração dos valores de porcentagem de cada classe foi realizada no programa Arcview (ESRI, 1996) utilizando a base elaborada por Forsberg (2000) a partir de imagens do radar banda L JERS-1. O coeficiente de variação dos dados de altitude foram utilizados como índice de heterogeneidade do terreno. O índice foi calculado também para cada uma das classes de distância através de uma base de dados SRTM, os dados dessa base possuem a resolução vertical de um metro e horizontal de 93 metros e estão disponíveis no endereço www.seanless.usg.gov. O Cálculo do índice foi feito obtendo o valor da variância da altitude, a partir do pixel mediano, por janelas de 3x3 pixels, o cálculo do índice de heterogeneidade do terreno é igual a média das variâncias.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS. – Retiramos da matriz os pontos de coleta do lago do Piranha, uma vez que o período de amostragem foi maior, 3 dias, e resultou em um total de 258 indivíduos, a metade de todos os indivíduos coletados durante as duas expedições. As fêmeas de Gagrellinae, que possuíam morfologia conservativa, potencialmente constituem indivíduos de identidade ambígua, foram retiradas das análises. A inclusão dessas fêmeas nas análises dependerá de resultados de estudos taxonômicos mais aprofundados. Para investigar se a variação na composição da comunidade de opiliões estava relacionada com a distância geográfica entre os pontos amostrais, foram geradas matrizes de correlação utilizando a distância Euclidiana e distância no Programa PCord

(McCune & Mefford 1999). Essas matrizes estavam compostas pelos dados de abundância padronizados por divisão pela soma por local, pelos dados de presença-ausência e a última pela distância geográfica. Essa distância geográfica foi calculada par a par, em km, no programa Arc View 3.2 (ESRI 1996) levando em consideração a disposição do terreno da várzea. Dessa forma, a distância calculada não é linear, mas acompanha as sinuosidades do ambiente. Ao final, foram obtidas três matrizes triangulares independentes com 253 pares de comparações válidas entre locais, que posteriormente foram transformadas em matrizes lineares. Dois arquivos, um contendo a matriz de abundância e as distâncias geográficas e outro com a matriz de presença-ausência e também com as distâncias geográficas foram convertidos no formato ASCII. Esses arquivos foram posteriormente utilizados no Programa RT 2.1 (Manly 1997) para a execução do teste de Mantel, utilizando 1.000 aleatorizações para as regressões entre as matrizes.

Devido a colinearidade observada entre as variáveis ambientais medidas nos *buffers* de 5, 10 e 20 Km - porcentagens de área alagada, floresta alagada, floresta seca, GAP (grama, arbusto e pasto) e terra-firme, além do índice de heterogeneidade do terreno - representada pelos baixos valores de tolerância de algumas dessas variáveis, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA). O PCA além de reduzir o número de fatores utilizados nas análises, aumentando o poder das mesmas, tem por objetivo decompor o conjunto original de dados correlacionados em variáveis não correlacionadas (Abdi 2003). O resultado é a criação de componentes principais ortogonais entre si (alta tolerância) e que representam o maior eixo de variação dos dados. Nesse trabalho, dois componentes principais representam as variáveis ambientais, pois juntos respondem por mais de 60% da variação original dos dados (Tabela 2).

Análises com a riqueza de espécies de opiliões como variável dependente foram conduzidas com os valores brutos (riqueza observada) e com os valores estimados (riqueza estimada) no Species Richness Computations (Burnham & Overton, 1979), software disponível no seguinte endereço eletrônico: <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/specrich.html>. Para o cálculo da riqueza estimada foram fornecidos o total de espécies registradas e o número de espécies observadas, por ponto de amostragem, em cada uma das seguintes classes de frequência: 1, 2, 3, 4 e 5 indivíduos.

Os valores de ambas as riquezas estão disponíveis na Tabela 1. Os pontos 13 e 16 foram excluídos das análises, destacadas a seguir, devido ao alto desvio padrão da riqueza estimada, uma vez que apenas *singletons* foram registrados nesses locais e a presença dos mesmos é o que mais contribui para aumentar o valor estimado entre todas as classes de frequência utilizadas no Species Richness Computations (Burnham & Overton, 1979). O ponto 15 também foi excluído das análises de riqueza, pois o valor estimado foi negativo.

Para avaliar a composição da comunidade de opiliões foram utilizadas técnicas de ordenação indireta. Tal procedimento foi executado no programa Pcord (McCune & Mefford, 1999) utilizando o NMDS – escalonamento multidimensional não-métrico – e a distância Euclidiana, após a padronização dos dados de abundância por divisão pela soma, por local, para fornecer a mesma escala de variação para todas as espécies, retirando o peso daquelas muito abundantes em cada local amostrado. A ordenação foi realizada com dois eixos e os escores obtidos foram posteriormente submetidos a uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA) para verificar se a composição da comunidade de opiliões difere entre áreas antes e depois do Rio Negro. O objetivo dessa análise é verificar, de maneira bem simples, se o Rio Negro representa uma barreira isolando comunidades de opiliões. Se detectada a separação da comunidade de opiliões pelo Rio Negro em relação à pelo menos um eixo de NMDS, o mesmo será utilizado nas análises consideradas a seguir. Caso não haja separação, o eixo que apresentar o menor valor de significância (p) será utilizado nas análises seguintes. O mesmo procedimento foi realizado com a matriz de presença-ausência.

Os efeitos das variáveis ambientais, representadas pelos componentes principais, e da longitude sobre os parâmetros da comunidade de opiliões (riqueza e composição da comunidade) foram testados através de um sistema estruturado de equações (conjunto de regressões múltiplas – Análise de Rotas). Considerando ainda a existência de um efeito da longitude sobre as variáveis ambientais ($PC1$ e $PC2$), o fluxograma que representa os efeitos diretos e indiretos das relações testadas nesse trabalho é o seguinte:

A Análise de Rotas utiliza os coeficientes padronizados (b) para avaliar cadeias de efeitos (Magnusson & Mourão, 2003) e foi conduzida para cada variável dependente (riqueza observada, riqueza estimada e composição da comunidade de opiliões). Dessa forma, é possível entender quais são as vias de efeitos importantes sobre as variáveis dependentes e o efeito total dos parâmetros pode ser obtido somando o efeito direto com o indireto de acordo com as equações e tabelas (Figs. 4, 7 e 8, Tabela 10). O efeito da

longitude sobre as riquezas foi testado num modelo separado de regressão linear simples, devido à colinearidade observada entre a longitude e os componentes principais (Tabela 10).

RESULTADOS

DIVERSIDADE DA VÁRZEA DO SOLIMÕES-AMAZONAS. – Foram coletados 735 indivíduos em 24 pontos amostrais na várzea ao longo Solimões-Amazonas. Foram identificadas 51 espécies e morfo-espécies, referentes a 7 famílias: Agoristenidae (Leiosteninae) – 2 spp, Cosmetidae – 16 spp, Gonyleptidae (Ampycinae) – 4 spp, Fissiphalliidae – 1 sp, Manosbiidae – 9 spp, Stygnidae e Sclerosomatidae (Gagrellinae) – 7 e 12 spp, respectivamente (Cap. 1).

Cosmetidae e Gagrellinae foram as famílias com os maiores números de espécies, 30% e 23% da riqueza total, e também com as maiores abundâncias na várzea. A espécie da várzea que apresentou maior abundância foi *Caluga* sp.n. 2 (166), seguida de *Eucynortella* sp.n.2 (98), *C. bimaculata* (58), *E. pentapunctata* (45), *P. manifestum* (40), *Geaya* sp.n. 1 (33), representando 68% da abundância total de opiliões. As espécies com as maiores abundâncias foram também aquelas com as maiores amplitudes de distribuição, exceto *Caluga* sp.n. 1 (veja Cap. 2). Apenas *Caluga* sp.n.2 e *Eucynortella* sp.n.2 representam sozinhas 38% da abundância total de opiliões coletados na várzea e possuem uma distribuição ampla nesse sistema. Cosmetidae representou 49% da abundância total, Gagrellinae 43%, Manosbiidae, Stygnidae e Gonyleptidae representam cada uma 2%, e Agoristenidae e Fissiphalliidae 1% da abundância total, cada uma. Porém os dados de abundâncias desse estudo devem ser olhados com bastante cautela, pois são fortemente relacionados com o artefato de amostragem.

As famílias Agoristenidae e Fissiphalliidae foram representadas por apenas uma e duas espécies, respectivamente. Tendo sido aquelas com menor representatividade na várzea. Stygnidae e Manosbiidae apesar de terem as espécies representadas por baixas abundâncias, menos de 4 indivíduos, apresentaram riquezas maiores, entre 9 e 7 espécies, que representam 18% e 14% da riqueza total de opiliões.

ANÁLISES. – A dissimilaridade na composição da comunidade com a matriz de abundância (teste de Mantel, $p = 0.182$, $r = 0.077$, $n = 23$) não esteve relacionada com a variação na distância geográfica (Figura H). O contrário foi observado para a matriz de

presença-ausência (teste de Mantel, $p = 0.01$, $r = 0.44$, $n = 23$). Dessa forma, os efeitos observados nesse trabalho sobre a composição da comunidade de opiliões, pelo menos em relação a presença-ausência dos mesmos, foi influenciada pela autocorrelação espacial (Fig. 1a,b).

As cargas resultantes da análise de componentes principais indicam o peso relativo de cada variável na composição de cada componente principal. Nesse trabalho, as variáveis ambientais (nos *buffers* de 5, 10 e 20 Km) que tiveram maior importância na composição do primeiro componente principal (*PC1*), foram: as porcentagens de área alagada, floresta alagada e floresta seca (exceto para o *buffer* de 10 Km), além do índice de heterogeneidade do terreno (Tabela 3). Já em relação ao segundo componente principal (*PC2*), a maior contribuição foi da porcentagem de Terra-firme (Tabela 3).

O *PC1* foi influenciado significativamente pela longitude, o que foi observado para todos os *buffers* (Tabela 4 e Figura 2). O mesmo não ocorreu para o *PC2* (Tabela 4). A riqueza observada foi afetada significativamente pelo *PC1*, conforme indicam as parciais das regressões múltiplas efetuadas para os *buffers* de 5 e 10 Km (Tabela 5 e Figura 3 a, b). No caso do *buffer* de 20 Km a relação do *PC1* com a riqueza observada foi marginalmente significativa (Tabela 5 e Figura 3 c). A riqueza observada também foi afetada significativamente pela longitude (Tabela 5 e Figura 3, 6a). A riqueza estimada, por sua vez, foi afetada significativamente pelo *PC1*, conforme indicam as parciais das regressões múltiplas efetuadas para os *buffers* de 10 e 20 Km (Tabela 10 e Figura 5 b, c). Para o *buffer* de 5 Km a relação do *PC1* com a riqueza estimada foi marginalmente significativa (Tabela 6 e Figura 5a), o mesmo foi observado para a longitude (Tabela 6 e Figura 7 b).

A composição da comunidade de opiliões diferiu significativamente apenas em relação a matriz qualitativa (presença-ausência) (Tabela 7 e Figura 7-9). O segundo eixo de NMDS da matriz quantitativa, que apresentou o menor valor de significância e, o primeiro eixo de NMDS da matriz qualitativa, que separou significativamente a comunidade de opiliões em relação ao Rio Negro. A comunidade de opiliões, representada pelo segundo eixo de NMDS da matriz quantitativa, não foi influenciada por nenhuma das variáveis testadas: *PC1*, *PC2* e longitude (Tabela 8). Já a composição da comunidade de opiliões, representada pelo primeiro eixo de NMDS obtido a partir da matriz qualitativa, foi afetado significativamente pelo *PC1* para os *buffers* de 10 e 20 km, assim como pela longitude (Tabela 9 e Figuras 10 e 11).

DISCUSSÃO

AMOSTRAGEM, RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE OPILIÕES NA VÁRZEA. – O número de espécies registradas na várzea (51 espécies) foi baixo quando comparado com o único inventário estruturado realizado na região, Pinto-da-Rocha & Bonaldo (2006) obtiveram um total de 28 espécies de opiliões em uma área muito menor localizada no rio Juruti, entretanto, a área amostrada cobriu basicamente ambientes de terra-firme, onde, teoricamente a riqueza de espécies seria maior do que na várzea, segundo trabalhos com outros organismos. Apesar de uma das 3 parcelas de Juruti estar localizada na várzea, a amostragem foi baixíssima nesta última, com apenas 5 espécies registradas. Três delas foram exclusivas do sítio de várzea. As variações no presente estudo flutuaram entre 1-15 espécies por ponto amostral, em Juruti a variação foi de 5-18, sugerindo que a diferença de espécies registradas por sítio não foi tão alta para as áreas de terra-firme de Juruti e da várzea, mesmo com a grande diferença de métodos aplicados em cada estudo, na várzea aplicamos dois métodos e em Juruti foram aplicados sete métodos.

Houve dominância de espécies na várzea, basicamente uma espécie da família Cosmetidae (*Eucynortella* sp.n. 2) e uma espécie da família Gagrellinae (*Caluga* sp.n. 2) foram as mais dominantes, porém outras espécies de Cosmetidae também foram espécies dominantes na várzea. Cosmetidae apresentou ainda as maiores amplitudes distribucionais, algumas delas ocorrendo em quase toda a calha da várzea. A dominância de espécies de opiliões tende a ser mais alta em ambientes abertos do que em ambientes florestais, e a várzea pode ser caracterizada como uma área aberta quando comparada com florestas de terra-firme. A dominância neste caso, deve estar refletindo a grande tolerância dessas espécies, principalmente das espécies de Cosmetidae, à condições estressantes da várzea, principalmente ao stress hídrico, que provavelmente é um dos fatores limitantes para o sucesso das espécies de opiliões na várzea.

Curtis & Machado (2007) dizem que a dominância ocorre por dois fatores: as comunidades relacionadas aos habitats abertos possuem menos espécies do que as de habitat florestais, ou as comunidades de ambientes florestais são compostas por uma ou algumas espécies mais resistentes, que possuem adaptações fisiológicas para tolerar condições ambientais estressantes, por sua vez, elas dominam a comunidade. A segunda parece ser o caso da dominância de Gagrellinae e Cosmetidae, mas a primeira também pode refletir o caso da várzea. Aparentemente essa região parece possuir uma

diversidade menor que a de áreas de terra-firme, mas não há estudos comparando as comunidades de opiliões nesses dois ambientes, de modo que, não há como ampliar qualquer discussão neste sentido.

Além das condições fisiológicas adaptativas, essas espécies dominantes provavelmente desenvolveram estratégias de sobrevivência ao pulso dos rios. Estas podem estar relacionadas tanto com sua dominância como a amplitude de distribuição de algumas espécies de Cosmetidae e Gagrellinae na várzea. Estudos aprofundados sobre a biologia e a história natural dessas espécies de opiliões são altamente recomendados, pois trarão à luz elementos fundamentais para a compreensão dos padrões apresentados em comunidades de opiliões na Amazônia.

RELAÇÃO ENTRE A LONGITUDE E ESTRUTURA DA PAISAGEM. – Neste estudo houve uma relação entre a longitude e a estrutura de paisagem disponíveis na várzea. A relação entre a longitude e a estrutura do habitat evidenciam a ocorrência de duas zonas geográficas com diferentes características de paisagens marcadas pela entrada do rio Negro, e com diferenças claras na composição das águas dos rios, e de características geo-morfológicas (Rossetti *et al.* 2005, Forsberg 2000). A várzea apresenta mudança gradual em diversas características geomorfológicas, físico-químicas e da paisagem, ao longo de toda a sua extensão. Da nascente até a foz do Amazonas, uma série dessas mudanças acompanham a direção dos valores de longitude. Há relação entre o aumento da colmatação da planície aluvial, aumento da quantidade de sedimentos e matéria orgânica suspensa na água, aumento da quantidade e extensão das áreas de florestas alagáveis e secas, acompanhando o aumento da longitude.

Conseqüentemente, esses fatores estão relacionados entre si, sendo dependentes uns dos outros, e formam um grande sistema traduzido pela paisagem de mosaicos de florestas, ilhas, canais, lagos e campos (grama e arbustos) da várzea de relações profundas. Estudos da dinâmica dos rios indicam que há uma série de relações funcionais entre os rios e o mosaico de vegetação das áreas inundáveis (Connell & Keough 1985, Junk *et al.* 1989, Large & Petts 1996, Tockner *et al.* 2000). No caso da várzea, esse estudo demonstra que há forte relação entre esses e os mosaicos de paisagem da várzea, logo, com a estrutura dos habitats disponíveis ao longo desse sistema.

A colmatação da planície aluvial se dá em função da maior quantidade de sedimentos na água, e é em função da formação dessa planície aluvial que áreas de

extensas de florestas ocorrem na várzea (Forsberg 2000), cada um desses fatores é dependente direta ou indiretamente do grau de sedimentos disponíveis na água, esses, por sua vez, possuem maiores e menores concentrações pela descarga dos rios tributários de água branca e preta no ambiente de várzea.

A alta concentração de sedimentos é responsável pelo grau de formação da planície aluvial, havendo, portanto, um aumento gradual da formação desta à montante do Solimões, na zona A, e o inverso ocorre na zona B, onde as planícies estão menos colmatadas em função das menores quantidades de sedimentos. Esses fatores são, dessa forma, também responsáveis pelas diferentes características de habitats disponíveis ao longo da várzea, e nos quais a comunidade de opiliões se distribui, e que hipotetizamos exercer algum tipo de influência sobre essa comunidade.

RELAÇÕES ENTRE A OPILIONOFAUNA E A ESTRUTURA DA PAISAGEM. – Da zona A em direção a zona B, à jusante do Amazonas, há maiores áreas com grama arbustos e pastos, e menores extensões de florestas altas, e de áreas de mata inundáveis, portanto, ambientes menos propícios para os opiliões. O contrário ocorre para a zona A, onde largas extensões de florestas inundáveis e secas com menores concentrações de grama arbusto e pasto, caracterizam áreas com maiores disponibilidades de habitats estruturados para opiliões, principalmente pela sensibilidade desses organismos a perda de água, tornando-os pouco adaptados à ambientes muito abertos, expostos e sem cobertura vegetal (Curtis & Machado 2007). Portanto, é compreensível, em função da biologia dos opiliões (sensíveis à desidratação e dependentes de ambientes úmidos) aceitar que a estrutura da paisagem possa estar afetando a qualidade dos habitats disponíveis para o grupo.

A porcentagem de área alagada está relacionada com as áreas de florestas inundáveis, pois as maiores extensões de várzea, com maiores níveis de inundações são exatamente as áreas que possuem maiores extensões de florestas inundáveis, e mais ofertas de habitats e condições microclimáticas para os opiliões. A relação com o índice de heterogeneidade do terreno, remete a idéia de que a existência de planícies mais irregulares favorece os opiliões durante a cheia, pois essas regiões mais altas representariam áreas com maiores superfícies que permaneceriam secas durante os períodos de inundações.

Foi apresentada a autocorrelação de 44% no espaço multivariado, pela relação entre a matriz de dissimilaridade e a matriz de distâncias geográficas, esse valor

caracteriza, uma distorção leve, porém, a investigação profunda não revelou presença de efeitos de heterocedasticidade, tão pouco de ausência de linearidade dos dados, desta forma é razoável assumir que os resultados representam bem os padrões de dissimilaridade apresentados pela comunidade de opiliões em função das variáveis testadas neste estudo.

A composição de espécies de opiliões foi dividida em duas comunidades distintas ocorrendo antes e depois da confluência do Rio Negro com o Rio Solimões. Neste estudo a longitude é principal fator afetando a comunidade de opiliões da várzea do complexo Solimões-Amazonas, quanto à composição e riqueza de espécies. Essa variável geográfica tem efeito direto, mais ou menos acentuado, sobre a comunidade, e também indireto, já que a longitude também afeta de maneira direta o eixo *PCI*. Apesar dos fatores estruturais da paisagem, como porcentagem de floresta alagada e seca, e a heterogeneidade do terreno, terem exercido influências no padrão de distribuição nas duas zonas, essa variação da estrutura da paisagem está relacionada com a longitude, já que na separação das fontes de variação, podemos notar que a variação da riqueza e composição, explicada pela longitude, sempre é maior do que a explicada pela estrutura do habitat.

O decréscimo da riqueza em direção a foz do Amazonas, oferece mais suporte a influência direta e indireta da longitude sobre a comunidade de opiliões. A riqueza observada e estimada se comportaram de maneira bastante similar. As diferenças básicas foram sentidas apenas na intensidade dos efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre a riqueza. Houve maior influência da longitude sobre a riqueza observada e sobre a estrutura da paisagem para todas as classes de distâncias. Para a riqueza estimada as maiores influências da longitude foram sobre a estrutura da paisagem e desta sobre a riqueza estimada. Esse procedimento, de se usar os valores de riqueza observados e estimados, foi utilizado para avaliar o comportamento dos dados em relação às possíveis distorções devido à amostragem insuficiente.

EFEITOS GEOGRÁFICOS E DO HABITAT SOBRE A ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE OPILIÕES DA VÁRZEA, E CONSIDERAÇÕES FINAIS. – Neste estudo testamos se a teoria neutra, representada pela distância geográfica, pode explicar o padrão encontrado na comunidade de opiliões na várzea. Essa hipótese não foi corroborada quando os dados quantitativos foram trabalhados. Porém foi corroborada com dados qualitativos (Fig. 8-9). Houve uma ruptura clara no gradiente de similaridade pela entrada do Rio Negro, a

similaridade média entre os pontos do Solimões é menor do que no Amazonas. Sendo assim o padrão apresentado com a longitude, provavelmente, só existe se considerarmos o sistema como um todo, mas não se este é considerado de maneira parcial. Dessa forma, a teoria neutra só explica esse sistema de maneira total, de modo que ela sozinha não explica o padrão de distribuição na várzea. Neste sentido a aplicação dos modelos mistos, abordada por Hubbel (2002), e a reformulação da teoria parece ser cabível (Ricklefs 2004).

A ruptura de similaridades entre as zonas A e B pode ser explicada pela mudança na estrutura da paisagem na segunda zona, ou o rio Negro (e vizinhos como o madeira) é responsável pela entrada de novas espécies, e este fator estaria causando essa diferença. Essa explicação oferece mais reforço ainda à teoria neutra. A estrutura da paisagem pode ser parcialmente explicada pela longitude, pois a maior parte do efeito que causa mudança sobre a riqueza observada e estimada, nas três escalas, foi explicado pela longitude, com leves alterações nos coeficientes da riqueza estimada (Fig. 3,5).

Um total de 34 espécies só ocorreram antes do rio Negro, oito ocorreram antes e depois, e nove ocorreram somente depois da entrada do rio negro. Mas, então, uma pergunta surge: porque há menos espécies abaixo, na zona B? Uma explicação pode ser dada se consideramos que a entrada do rio Negro e do rio Madeira, e subsequente entrada de outros tributários de águas pretas e claras, causa essa alteração nas taxas de substituição de espécies. Porém, se esse processo está ocorrendo ele se dá através da mudança ocorrida na paisagem ao longo desse sistema. Por exemplo, nas áreas com maiores porções alagadas a dispersão pode ser mais arriscada e menos eficiente que em áreas menos alagadas. Portanto, o efeito da mudança na estrutura da paisagem pode estar agindo como uma causa que dificulta a dispersão, mas pode, ou não, estar propiciando novos habitats disponíveis para a colonização ao longo do sistema.

As áreas, da zona B, zona de menores riquezas, além de possuírem naturalmente uma menor proporção de florestas, e estas serem florestas de menor porte quando comparadas com as florestas da zona A, também são áreas que possuem histórico mais antigo de ocupação humana, com criações de gado bovino e bubalino (Cohn-Haft *et al.* no prelo, Albernaz *et al.* no prelo). Este fator é especialmente importante quando avaliado sob o ponto de vista dos invertebrados terrestres. A pressão da pastagem removendo e compactando a liteira, e afetando o desenvolvimento de plântulas parece ter uma relação positiva com riqueza e abundâncias reduzidas em bosques com pastagem (Abbott *et al.* 1979, Abbott 1989, Majer 1989, Robinson & Traill 1996, King

& Hutchinson 1983), para opiliões ocorre, pelo menos, a redução nas abundâncias (Curry *et al* 1985). Portanto, os resultados de uma menor riqueza na zona B não devem de forma alguma ser tomados como um indicativo de que essa região merece menor atenção de estratégias voltadas para a conservação, visto que muitas espécies estão distribuídas exclusivamente nessa região, incluindo espécies aves e árvores, e diante das pressões antrópicas antigas e mais intensas parece ser uma área que merece ações urgentes (Cohn-Haft *et al.* no prelo & Albernaz *et al.* no prelo).

Resultados similares quanto aos padrões de composição e riqueza foram obtidos para as comunidades de outros organismos distribuídos neste mesmo sistema, o que fortalece a hipótese da existência dessas zonas geográficas ao longo do Rio Solimões-Amazonas. Comunidades de aves, de aranhas e de árvores foram também separadas em duas zonas marcadas pela entrada do rio Negro. Nesses estudos uma terceira sub-zona, ocorrendo na zona estuarina, também foi detectada (Albernaz *et al.* no prelo, Cohn-Haft *et al.* no prelo, Venticinque *et al.* no prelo). No capítulo 3 foi discutida e apresentada a possibilidade de existência dessa terceira sub-zona, em função da presença de algumas espécies com este mesmo padrão, porém o efeito da insuficiência amostral não permite que este tipo de avaliação seja realizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, I. 1989. The Influence of fauna on soil structure. *In* J. D. Majer (Ed.). *Animals in Primary Succession, the Role of Fauna in Reclaimed Land*. Cambridge University Press, Cambridge.

ABBOTT, I., C. A PARKER, AND I. D. SILLS. 1979. Changes in the abundance of large soil animals and physical properties of soils following cultivation. *Aus. J. Soil Res.* 17: 343-53.

ABDI, H. 2003. Multivariate Analysis. *In* *Encyclopedia of Social Sciences Research Methods*, pp. 1-4. M. Lewis-Beck, A. Bryman, and T. Futing (Eds.). Thousand Oaks (CA): Sage.

ADIS, J. 1997. Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns. *In* W. J. Junk (Ed.). *The Central Amazon Floodplain*.

Ecology of a Pulsing System, pp. 299-317. Ecological Studies, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.

ADIS, J. 2001. Amazonian Arthropods (terrestrial). *In* S. A Levin (Ed.). Encyclopedia of Biodiversity, vol. 1, pp. 249-260. Academic Press, San Diego.

ADIS, J., AND W. JUNK. 2002. Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwat. Biol.* 47: 711-731.

ADIS, J., AND H. O. R SCHUBART. 1984. Ecological research on arthropods in Central Amazonian forest ecosystems with recommendations for studies procedures. *In* J. H. Cooley, and F. B. Golley (Eds). Trends in Ecological Research for the 1980s. NATO Conference Series, Series I: Ecology, Vol. 7, pp. 111-144. Plenum Press, New York.

ALBERNAZ, A.L., M.P. MOREIRA, J. RAMOS, P.A. ASSUNÇÃO, & C.H. FANCISCON. no prelo. Contribuição ao Conhecimento da Distribuição de Árvores. *In*: Ana L. K. M. Albernaz. (Org.). Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (in press). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

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

AYRES, J.M. 1995. As matas de várzea do Mamirauá. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Sociedade Civil Mamirauá.

- BORGES, S. H., AND A. D. BRESCOVIT. 1996. Inventário preliminar da aracnofauna (Araneae) de duas localidades na Amazônia ocidental. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Zool.*, 12: 9-21.
- BRAGAGNOLO, C., A. A. NOGUEIRA, R. PINTO-DA-ROCHA, AND R. PARDINI. no prelo. Harvestmen in an Atlantic Forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biol. Conserv.*
- BURNHAM, K. P. AND OVERTON, W. S. 1979. Robust Estimation of Population Size When Capture Probabilities Vary Among Animals, *Ecology*, 60(5): 927-936.
- COHN-HAFT, A., L.N. NAKA & A.M. FERNANDES. No prelo. adrões de Distribuição da Avifauna da Várzea dos Rios Solimões e Amazonas. In: Ana L. K. M. Albernaz. (Org.). *Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação* (in press). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.
- COLWELL, R. K., AND J. A. CODDINGTON. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 345: 101-118.
- CONDIT, R., N. PITMAN, E. G. LEIGH JR., J. CHAVE, J. TERBORGH, R. B. FOSTER, P. NUNEZ, V. S. AGUILAR, R. VALENCIA, G. VILLA, H. C. MULLER-LANDAU, H. LOSOS, AND S. P. HUBBELL. 2002. Beta diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666-669.
- CONNELL, J. H., AND M. J. KEOUGH. 1985. Disturbance and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata. In S. T. A. Pickett, and P.S. White (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*, pp. 12-151. Academic Press, New York.
- CURTIS, D. J., AND G. MACHADO. 2007. Ecology. In R. Pinto-da-Rocha, G. Machado, and G. Giribet (Eds.). *Harvestmen: The Biology of Opiliones*, pp. 280-308. Harvard University Press, Cambridge.

- CURRY, S.J., W.F., HUMPHREYS, L.E., KOCH AND B.Y., MAIN. 1985. Changes in Arachnid Communities Resulting from Forestry Practices in Karri Forest, Southwest Western Australia. *Australian Forest Research* 15:469-480.
- ESRI. 1996. Arc View GIS. Redlands, CA, USA, Environmental Systems Research Institute.
- FORSBERG, B.R. 2000. Estudo matriz para o Projeto “Manejo Sustentável dos Recursos Naturais da Várzea” - Relatório final. Manaus, 164 pp.
- HÖFER, H. 1997. The spider communities. *In* W. JUNK (Ed.). The central Amazonian floodplain: Ecology of a pulsing system, pp. 372-384. *Ecological Studies*, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- HUBBELL, S. P. 1995. Towards a Theory of Biodiversity and Biogeography on Continuous Landscapes. *In*: G.R. Carmichael, G.E. Folk & Schnoor (Ed.). *Preparing for Global Change: A Midwestern Perspective*. Pp. 171-199. Academic Publishing bv, Amsterdam, The Netherlands.
- HUBBELL, S. P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press.
- HUBBELL, S. P. 2002. Entrevista com S. P. Hubbell. *Scientific American* on-line. <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=000D401A-8D9D-1CDA-B4A8809EC588EEDF&sc=I100322>.
- JONES, M. M., H. TUOMISTO, D. B. CLARK, AND P. OLIVAS. 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *J. Trop. Ecol.* 94: 181-195.
- JUNK, W. J., P. B BAYLEY, AND R. E. SPARKS. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *In* D. P. Dodge (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*, Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110–127.

- KING, K. L., AND K. HUTCHINSON. 1983. The effect of sheep grazing on invertebrate numbers and biomass in unfertilized natural pasture of the New England Tablelands (NSW). *Aust. J. Ecol.* 8: 245-255
- KOMPOSCH, C., & J. GRUBER. 1999. vertical distribution of harvestmen in Estearn Alps (Arachnida: Opiliones). *Bulletin of the British Arachnological Society.* 11:131-135.
- LARGE, A. R. G., AND G. E. PETTS. 1996. Rehabilitation of river margins. In: G. Petts, and P. Calow (Eds.). *River restoration*, pp. 401-418. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- MAGNUSSON, W. E., AND G. MOURÃO. 2003. *Estatística sem Matemática*. Editora Planta, Londrina. 126p.
- MAJER, J. D. 1989. *Animals in Primary Succession: the Role of Fauna in Reclaimed Land*, Cambridge University Press, Cambridge
- MANLY, B. F. J. 1997. RT – A program for randomization testing, version 2.1. Center for Applications of Statistics and Mathematics, University of Otago. USA.
- MCCUNE, B. & M. J., MEFFORD. 1999. *PC-ORD for Windows: Multivariate Analysis of Ecological Data v. 4.20*. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- PINTO-DA-ROCHA, R., AND A. B. BONALDO. 2006. A structured inventory of Harvestmen (Arachnida, Opiliones) at Juruti River plateau, State of Pará, Brazil. *Revista Ibérica de Aracnología*, 13: 155-162.
- RICKLEFS, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns on biodiversity. *Ecology Letters* 7: 1-15.
- ROBINSON, D., AND B. J. TRAILL. 1996. Conserving woodland birds in the wheat and sheep belts of Southern Australia. *Wingspan.* 6: 1-15.

- ROSSETTI, D. F., P. M. TOLEDO, AND A. M. GÓES. 2005. New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. *Quatern. Res.* 63: 78–89.
- RUOKOLAINEN, K., AND H. TUOMISTO. 2002. Beta-diversity in tropical forests. *Science*, 297: 1439.
- TOCKNER, K., R. MALARD, AND J. V. WARD. 2000. An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Processes* 14: 2861-2883.
- TUOMISTO, H., K., RUOKOLAINEN, AND M. YLI-HALLA. 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian forests. *Science* 299: 241- 244.
- VENTICINQUE, E. M., F. N. A. A. REGO, A. D. BRESCOVIT, C. A. RHEIMS, AND G. R. S. RUIZ. no prelo. A Araneofauna das Várzeas do Ro Amazonas: Padrões de Distribuição e Estado do Conhecimento Atual. In: Ana L. K. M. Albernaz. (Org.). *Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação* (in press). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.
- ZUQUIM, G. P. S. 2007. Diversidade Beta da Comunidade de Pteridófitas de Florestas de Terra Firme na Amazônia Central. Unpublished MSc Dissertation, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, 52pp.

TABELAS

Tabela 1.

Gradiente Longitudinal	Pontos de amostragem	Riqueza Observada	Riqueza Estimada \pm DP*
-69.464	Ponto 1	13	18 \pm 3.16
-69.050	Ponto 2	5	6 \pm 1.41
-66.916	Ponto 3	11	14 \pm 2.4
-65.725	Ponto 4	5	6 \pm 1.41
-64.628	Ponto 5	2	3 \pm 1.41
-64.170	Ponto 6	8	11 \pm 2.4
-63.415	Ponto 7	4	5 \pm 1.41
-62.867	Ponto 8	8	11 \pm 2.4
-61.960	Ponto 9	9	13 \pm 2.8
-60.841	Ponto 10	5	7 \pm 2
-58.710	Ponto 11	3	5 \pm 2
-57.917	Ponto 12	3	4 \pm 1.41
-57.515	Ponto 13	3	15.15 \pm 7.8
-56.529	Ponto 14	5	6 \pm 1.41
-55.966	Ponto 15	3	-3.2 \pm 3.6
-55.301	Ponto 16	2	10.10 \pm 6.4
-54.322	Ponto 17	3	3 \pm 0
-54.087	Ponto 18	1	1 \pm 0
-53.722	Ponto 19	5	7 \pm 2
-53.152	Ponto 20	1	5.05 \pm 4.5
-52.442	Ponto 21	3	4 \pm 1.41
-51.818	Ponto 22	11	13 \pm 2
-51.557	Ponto 23	4	6 \pm 2

* Desvio Padrão

Tabela 2.

Buffer	PC1*	PC2*	PC3*
5 Km	42.3	21.1	17.6
10 Km	42.5	22.0	13.5
20 Km	54.3	19.8	14.0

*PC: Componente principal

Tabela 3.

Variáveis ambientais	Buffer 5 Km		Buffer 10 Km		Buffer 20 Km	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
% Área alagada	0.723	-0.302	0.887	0.044	0.828	0.205
% Floresta alagada	-0.856	-0.032	-0.838	0.165	-0.926	0.245
% Floresta seca	-0.667	0.085	-0.548	0.501	-0.569	0.244
% Grama, arbusto, pasto	0.538	-0.454	0.661	0.450	0.739	0.376
% Terra-firme	0.236	0.895	0.003	-0.874	0.172	-0.936
Índice de Heterogeneidade do Terreno	0.704	0.399	0.566	0.139	0.902	0.088

Tabela 4.

<i>Buffers</i>	Variável dependente	Coefficiente padronizado	Tolerância	t	P
5 Km	<i>PC1</i>	0.796	1.000	6.018	0.000
	$R^2 = 0.633, N = 23, F_{1,21} = 36.210$				
	<i>PC2</i>	-0.068	1.000	-0.312	0.758
$R^2 = 0.005, N = 23, F_{1,21} = 0.097$					
10 Km	<i>PC1</i>	0.820	1.000	6.561	0.000
	$R^2 = 0.672, N = 23, F_{1,21} = 43.048$				
	<i>PC2</i>	-0.060	1.000	-0.275	0.786
$R^2 = 0.205, N = 20, F_{2,17} = 2.190$					
20 Km	<i>PC1</i>	0.686	1.000	4.321	0.000
	$R^2 = 0.471, N = 23, F_{1,21} = 18.674$				
	<i>PC2</i>	0.031	1.000	0.140	0.890
$R^2 = 0.001, N = 23, F_{2,17} = 0.020$					

Tabela 5.

<i>Buffers</i>	Variável independente	Coefficiente padronizado	Tolerância	t	P
5 Km	<i>PC1</i>	-0.478	0.964	-2.192	0.043
	<i>PC2</i>	-0.130	0.964	-0.597	0.558
	$R^2 \text{ global} = 0.222, N = 20, F_{2,17} = 2.42, p = 0.119$				
10 Km	<i>PC1</i>	-0.467	0.996	-2.171	0.044
	<i>PC2</i>	0.015	0.996	0.070	0.945
	$R^2 \text{ global} = 0.217, N = 20, F_{2,17} = 2.359, p = 0.125$				
20 Km	<i>PC1</i>	-0.449	0.991	-2.078	0.053*
	<i>PC2</i>	-0.083	0.991	-0.382	0.707
	$R^2 = 0.125, N = 20, F_{2,17} = 2.327, p = 0.128$				
Geral	Longitude	-0.449	1.00	-2.130	0.047
	$R^2 = 0.201, N = 20, F_{1,18} = 4.538$				

* Valor marginalmente significativo.

Tabela 6..

<i>Buffers</i>	Variável independente	Coefficiente padronizado	Tolerância	t	P
5 Km	<i>PC1</i>	-0.460	0.964	-2.087	0.052*
	<i>PC2</i>	-0.053	0.964	-0.242	0.811
	$R^2 \text{ global} = 0.205, N = 20, F_{2,17} = 2.190, p = 0.142$				
10 Km	<i>PC1</i>	-0.496	0.996	-2.355	0.031
	<i>PC2</i>	-0.030	0.996	-0.144	0.887
	$R^2 \text{ global} = 0.249, N = 20, F_{2,17} = 2.818, p = 0.088$				

20 Km	<i>PC1</i>	-0.477	0.991	-2.294	0.035
	<i>PC2</i>	-0.169	0.991	-0.813	0.427
	$R^2 = 0.271, N = 20, F_{2,17} = 3.163, p = 0.068$				
Geral	Longitude	-0.439	1.00	-2.072	0.053*
	$R^2 = 0.193, N = 20, F_{1,18} = 4.293$				

* Valor marginalmente significativo.

Tabela 7.

Matriz	Variável dependente	Soma dos quadrados	Mínimos quadrados	$F_{1,21}$	P
Quantitativa	NMDS - Eixo 1	0.067	0.067	0.132	0.720
	NMDS - Eixo 2	1.105	1.105	2.004	0.172
	$Pillai Trace = 0.087, F_{2,20} = 0.956, p = 0.401$				
Qualitativa	NMDS - Eixo 1	4.775	4.775	13.533	0.001
	NMDS - Eixo 2	0.636	0.636	1.291	0.269
	$Pillai Trace = 0.405, F_{2,20} = 6.816, p = 0.006$				

Tabela 8.

Buffers	Variável independente	Coefficiente padronizado	Tolerância	t	P
5 Km	<i>PC1</i>	0.360	1.000	1.732	0.099
	<i>PC2</i>	-0.071	1.000	-0.342	0.736
	$R^2 \text{ global} = 0.135, N = 23, F_{2,20} = 1.558, p = 0.235$				
10 Km	<i>PC1</i>	0.281	1.000	1.330	0.198
	<i>PC2</i>	-0.168	1.000	-0.793	0.437
	$R^2 \text{ global} = 0.107, N = 23, F_{2,20} = 1.199, p = 0.322$				
20 Km	<i>PC1</i>	0.079	1.000	0.358	0.724
	<i>PC2</i>	-0.139	1.000	-0.631	0.535
	$R^2 = 0.026, N = 23, F_{2,20} = 0.263, p = 0.771$				
Geral	Longitude	0.319	1.000	1.540	0.138
	$R^2 = 0.101, N = 23, F_{1,21} = 2.372$				

Tabela 9.

Buffers	Variável independente	Coefficiente padronizado	Tolerância	t	P
5 Km	<i>PC1</i>	-0.399	1.000	-1.976	0.062
	<i>PC2</i>	0.165	1.000	0.819	0.423
	$R^2 \text{ global} = 0.186, N = 23, F_{2,20} = 2.287, p = 0.127$				
10 Km	<i>PC1</i>	-0.468	1.000	-2.372	0.028
	<i>PC2</i>	-0.061	1.000	-0.311	0.759

R ² global = 0.222, N = 23, F _{2,20} = 2.861, p = 0.081					
20 Km	PCI	-0.466	1.000	-2.362	0.028
	PC2	0.054	1.000	0.275	0.786
	R ² = 0.220, N = 23, F _{2,20} = 2.828, p = 0.083				
Geral	Longitude	-0.637	1.000	-3.788	0.001
	R ² = 0.406, N = 23, F _{1,21} = 14.348				

Tabela 10

Composição quantitativo									
buffer	habitat	long	long>hab	ind long	long total	total	% long tot	% habitat	
5	0.36	0.319	0.80	0.25	0.57	0.93	0.61	0.39	
10	0.281	0.319	0.82	0.26	0.58	0.86	0.67	0.33	
20	0.079	0.319	0.69	0.22	0.54	0.62	0.87	0.13	
Composição qualitativo									
buffer	habitat	long	long>hab	ind long	long total	total	% long tot	% habitat	
5	-0.399	-0.637	0.80	-0.51	-1.14	-1.54	0.74	0.26	
10	-0.468	-0.637	0.82	-0.52	-1.16	-1.63	0.71	0.29	
20	-0.466	-0.637	0.69	-0.44	-1.07	-1.54	0.70	0.30	
Riqueza observada									
buffer	habitat	long	long>hab	ind long	long total	total	% long tot	% habitat	
5	-0.478	-0.449	0.80	-0.36	-0.81	-1.28	0.63	0.37	
10	-0.467	-0.449	0.82	-0.37	-0.82	-1.28	0.64	0.36	
20	-0.449	-0.449	0.69	-0.31	-0.76	-1.21	0.63	0.37	
p=0.053									
Riqueza estimada									
buffer	habitat	long	long>hab	ind long	long total	total	% long tot	% habitat	
5	-0.46	-0.439	0.80	-0.35	-0.79	-1.25	0.63	0.37	
10	-0.496	-0.439	0.82	-0.36	-0.80	-1.29	0.62	0.38	
20	-0.477	-0.439	0.69	-0.30	-0.74	-1.22	0.61	0.39	
p=0.053									

LEGENDAS

Tabela 1. Riquezas observada e estimada \pm DP* por ponto de amostragem ordenados de acordo com o gradiente longitudinal.

Tabela 2. Porcentagem de variação dos dados originais explicada (r^2) por cada um dos componentes principais (PCs) para os *buffers* de 5, 10 e 20 Km a partir das seguintes variáveis ambientais: porcentagens de área alagada, floresta alagada, floresta seca, GAP (grama, arbustos e pasto) e terra-firme, além do índice de heterogeneidade do terreno.

Tabela 3. *Loadings** das variáveis ambientais (calculadas para os *buffers* de 5, 10 e 20 Km) em relação a cada componente principal.

Tabela 4. Valores das regressões lineares simples de cada componentes principal (variáveis dependentes) com a longitude (variável independente).

Tabela 5. Valores da Regressão linear múltipla (*PC1* e *PC2* como variáveis independentes) e regressão linear simples (longitude como variável independente) com a riqueza observada (variável dependente) para os *buffers* de 5, 10 e 20 Km.

Tabela 6. Valores da Regressão linear múltipla (*PC1* e *PC2* como variáveis independentes) e regressão linear simples (longitude como variável independente) com a riqueza estimada como (variável dependente) para os *buffers* de 5, 10 e 20 Km.

Tabela 7. Resultados das Análises de Variância Multivariadas (MANOVAs) com a posição das comunidades de opiliões – matrizes quanti e qualitativas - em relação ao Rio Negro.

Tabela 8. Valores da Regressão linear múltipla (*PC1* e *PC2* como variáveis independentes) e regressão linear simples (longitude como variável independente) com a composição da comunidade de opiliões, representada pelo segundo eixo de NMDS – matriz quantitativa - como variável dependente.

Tabela 9. Valores da Regressão linear múltipla (*PC1* e *PC2* como variáveis independentes) e regressão linear simples (longitude como variável independente) com a composição da comunidade de opiliões – primeiro eixo de NMDS – matriz qualitativa - como variável dependente.

Tabela 10. Valores da Análise de rotas para cada variável dependente (riqueza observada, riqueza estimada e composição da comunidade de opiliões) calculadas nos *buffers* de 5, 10 e 20 Km.

Figura 1. Dissimilaridade na composição da comunidade de opiliões – matrizes de abundância (a) e presença-ausência (b) em relação à distância geográfica.

Figura 2. Gráfico da Longitude com o primeiro componente principal (*PC1*) dos *buffers* de 5 (a), 10 (b) e 20 Km (c).

Figura 3. Gráficos das parciais da regressão do primeiro componente principal (*PC1*) obtido a partir das variáveis ambientais calculadas nos *buffers* de 5 (a), 10 (b) e 20 Km (c) com a riqueza observada.

Figura 4. Gráfico de análises de rotas dos efeitos diretos e indiretos da longitude e do primeiro (*PC1*) e segundo (*PC2*) componente principal obtido a partir das variáveis ambientais calculadas nos *buffers* de 5 (a), 10 (b) e 20 Km (c) com a riqueza estimada..

Figura 5. Gráficos das parciais da regressão do primeiro componente principal (*PC1*) obtido a partir das variáveis ambientais calculadas nos *buffers* de 5 (a), 10 (b) e 20 Km (c) com a riqueza estimada.

Figura 6. Gráfico da Longitude com as riquezas observada (a) e estimada (b) como variáveis dependentes.

Figura 7. Gráfico de análises de rotas dos efeitos diretos e indiretos da longitude e do primeiro (*PC1*) e segundo (*PC2*) componente principal obtido a partir das variáveis ambientais calculadas nos buffers de 5 (a), 10 (b) e 20 Km (c) com a composição quantitativa.

Figura 8: Gráfico de análises de rotas dos efeitos diretos e indiretos da longitude e do primeiro (*PC1*) e segundo (*PC2*) componente principal obtido a partir das variáveis ambientais calculadas nos buffers de 5 (a), 10 (b) e 20 Km (c) com a composição qualitativa.

Figura 9. Gráfico dos eixos de NMDS representando a comunidade de opiliões - (a) matriz quantitativa e (b) matriz qualitativa - evidenciada por sua posição em relação ao Rio Negro.

Figura 10. Gráficos do primeiro eixo de NMDS – matriz qualitativa – e do *PC1* dos buffers de 10 (a) e 20 Km (b).

Figura 11. Gráfico da longitude e do primeiro eixo de NMDS da matriz qualitativa.

FIGURAS

Figura 1.

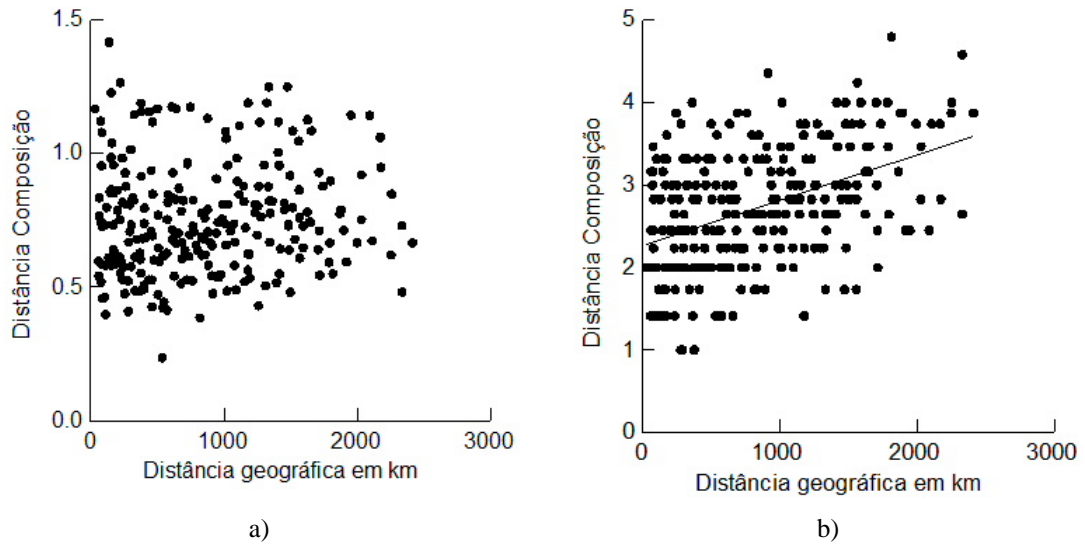


Figura 2.

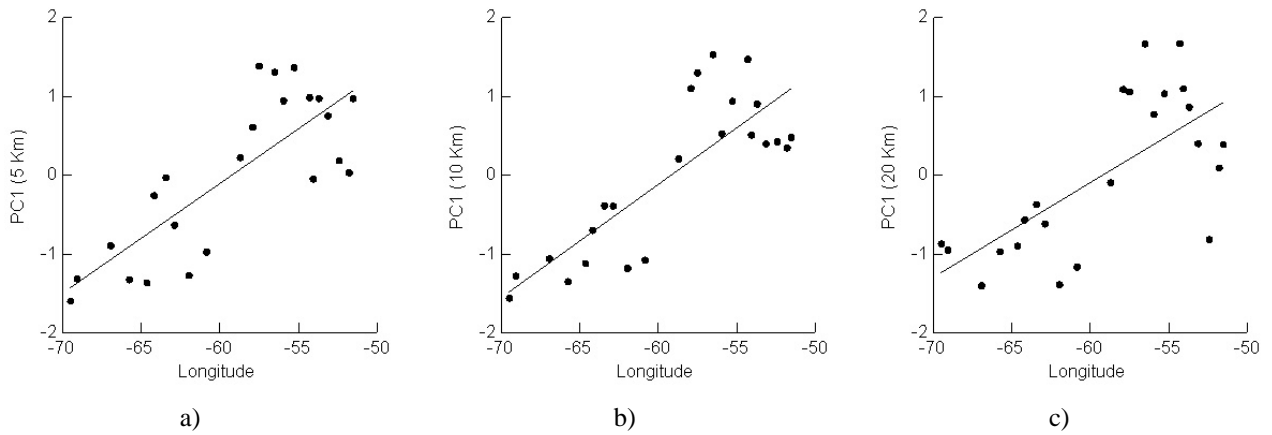


Figura 3.

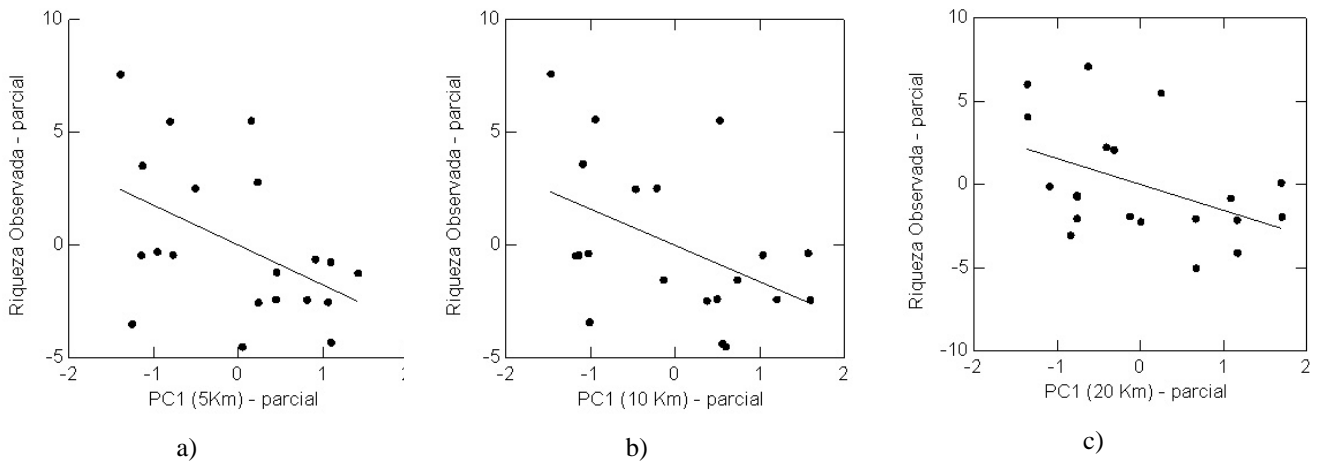
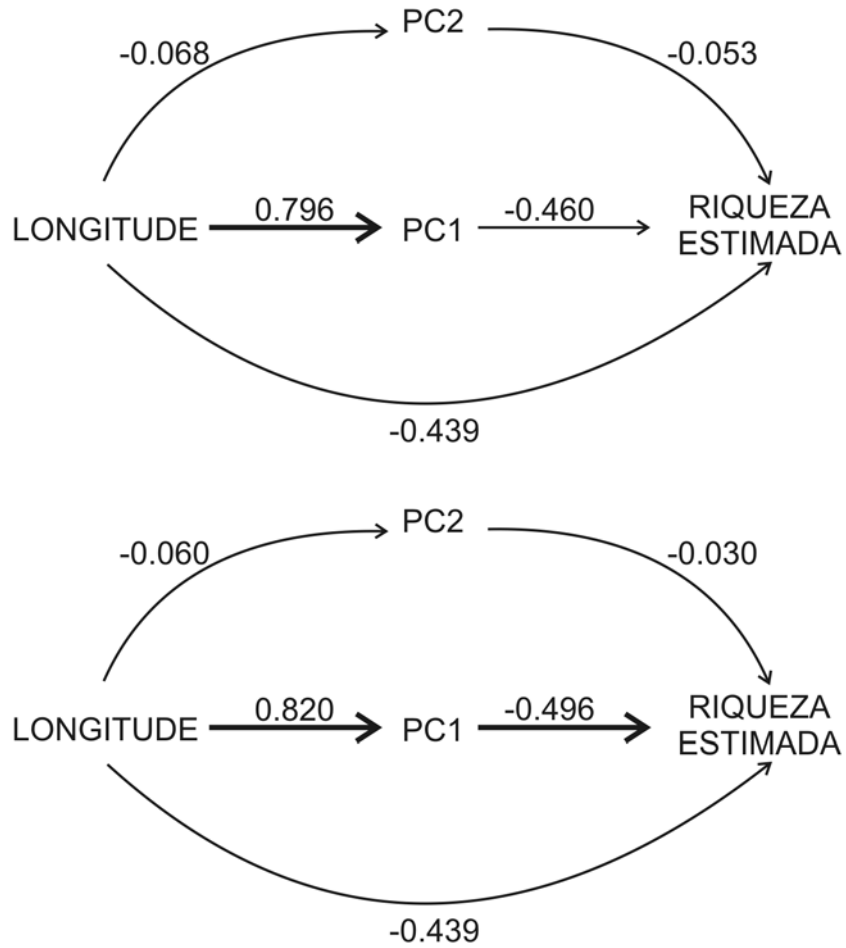


Figura 4.



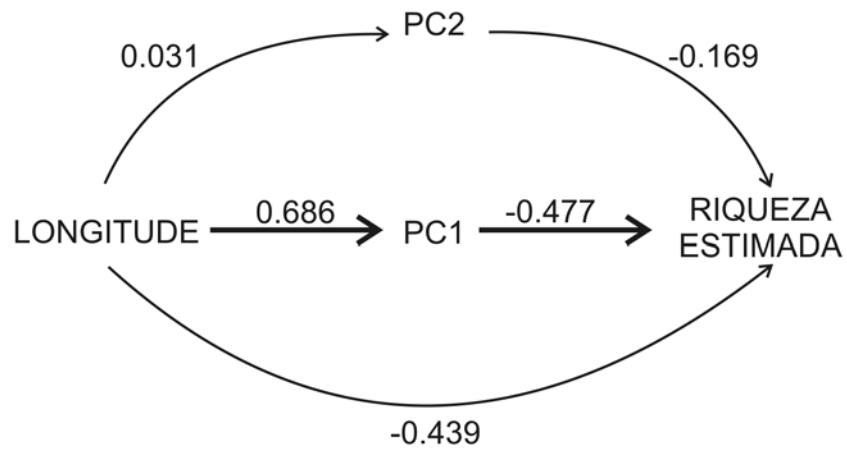


Figura 5.

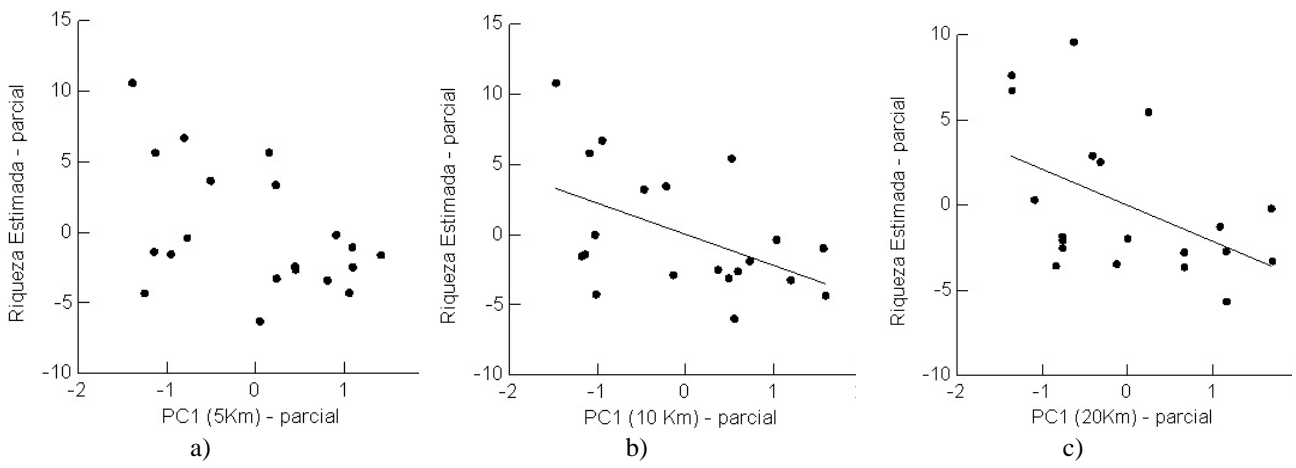


Figura 6.

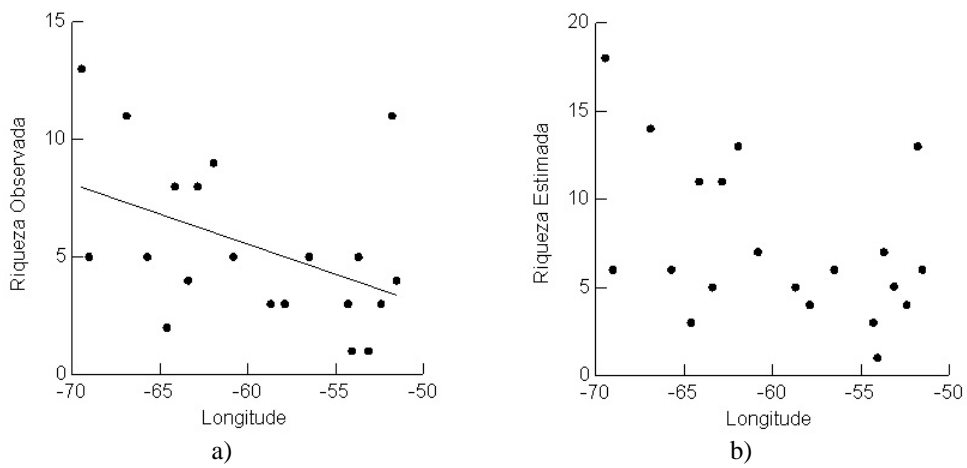


Figura 7.

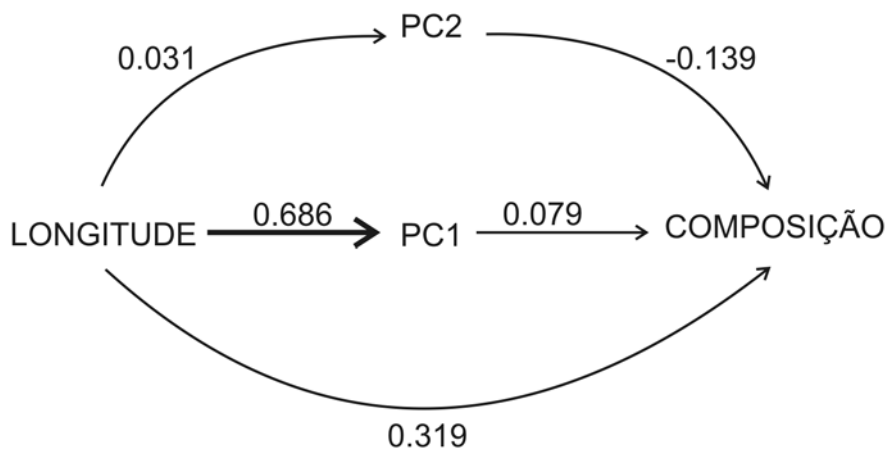
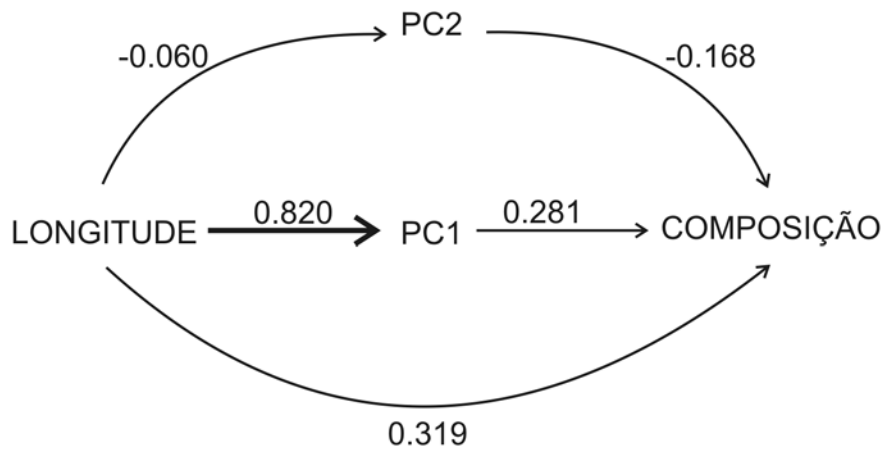
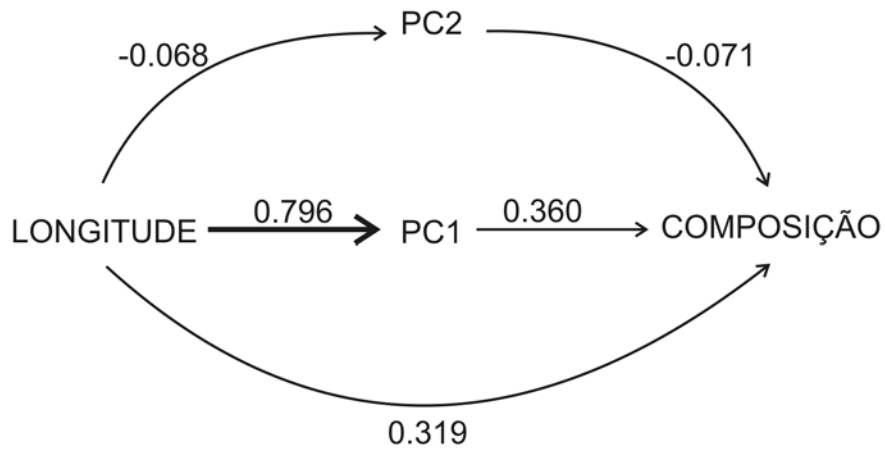


Figura 8.

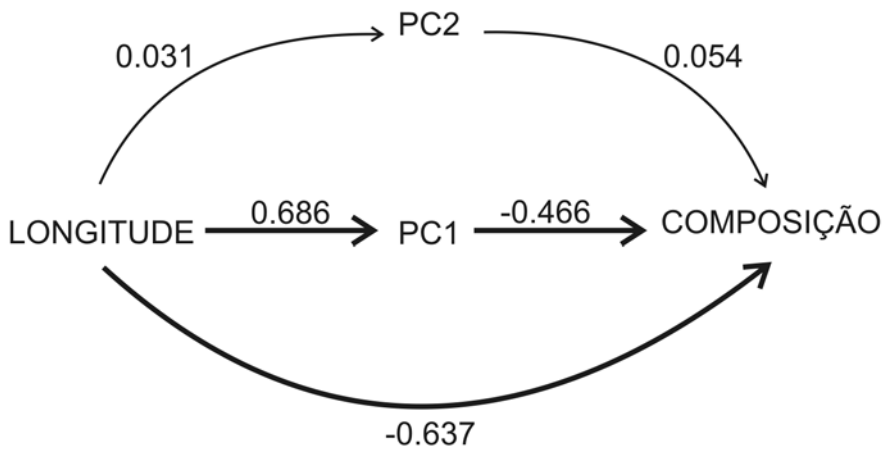
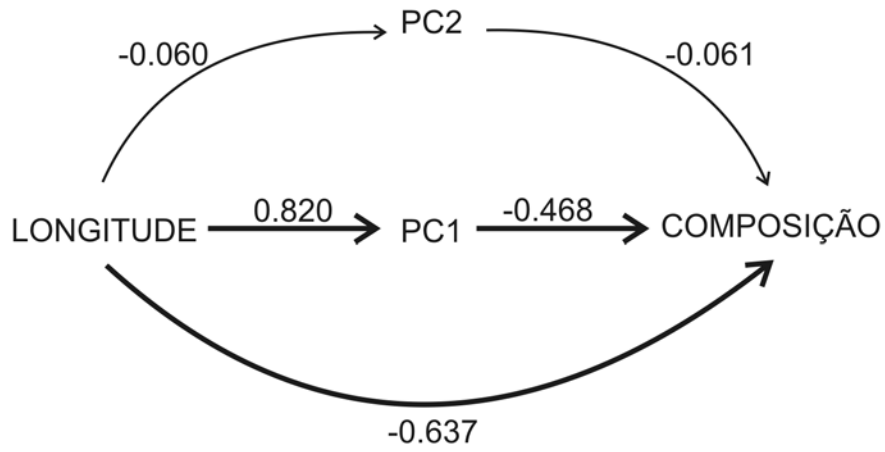
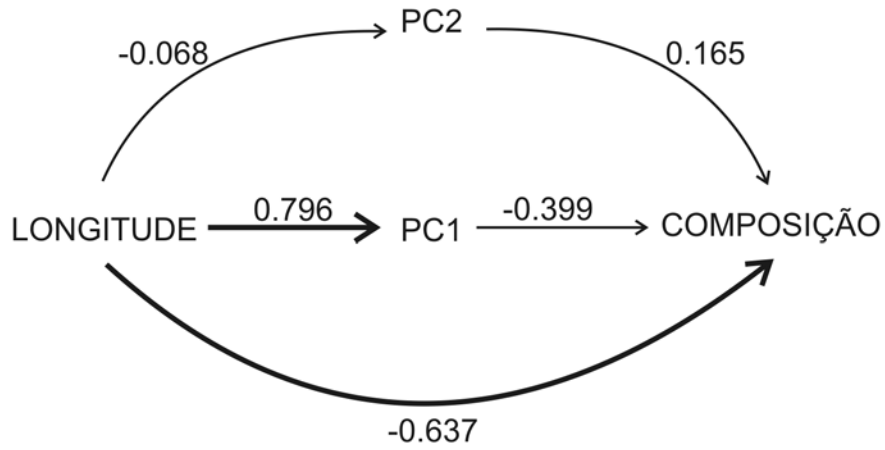


Figura 9.

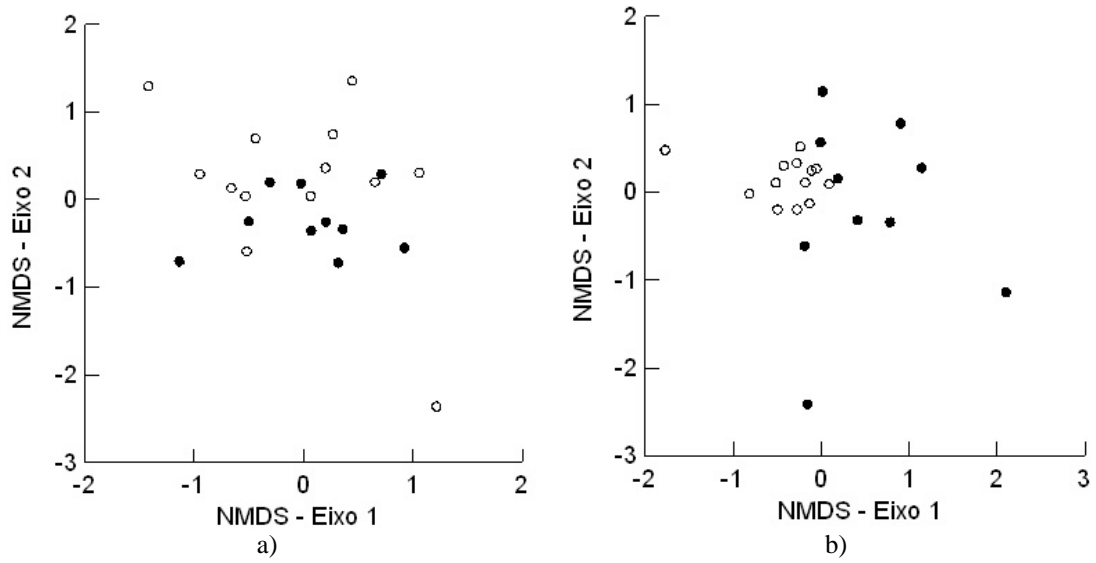


Figura 10.

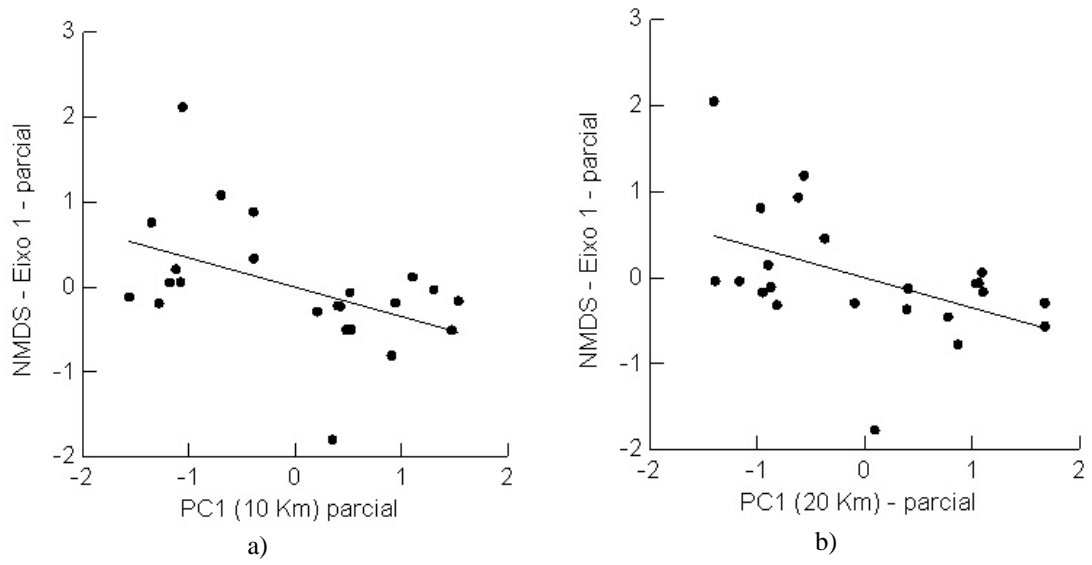
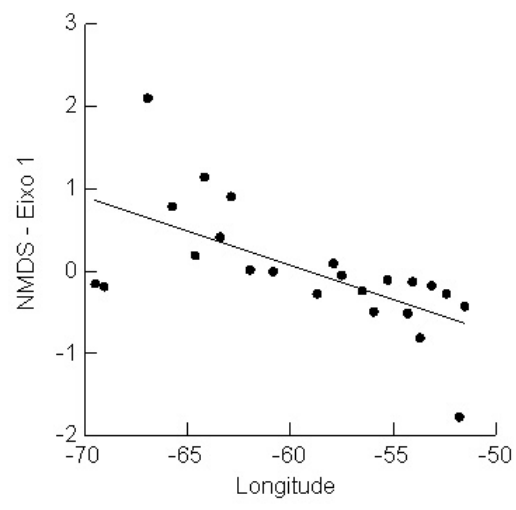


Figura 11.



Artigo 3

A ser enviado para o *Journal of Biogeography*

Padrões Biogeográficos de Opiliones na Várzea do Rio Amazonas, Brasil

Ana Lúcia Tourinho¹, Eduardo M. Venticinque², Adriano B. Kury³ & Ana L.K.M. Albernaz⁴

¹*INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas Ecológicas – CPEC – setor V8 – Avenida André Araújo, 2936 – Aleixo – CEP 69011-970, Cx.Postal: 478 – Manaus – AM – Brasil. amtourinho@gmail.com;* ²*Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Aracnologia, Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão 20.940-040, Rio de Janeiro – RJ – Brasil. adrianok@gmail.com; abelpg@mn.ufrj.br.* ³*Wildlife Conservation Society, Rua dos Jatobás 274, Coroado III, 69085-380, Manaus, AM, Brasil; eventicinque@wcs.org.* ⁴*Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia. Av. Perimetral 1901, Terra Firme, 66077530 – Belém, PA - Brasil - Caixa-Postal: 399. anakma@museu-goeldi.br.*

Ana Lúcia Tourinho é estudante de doutorado e sua linha de pesquisa envolve taxonomia, sistemática e biogeografia de opiliões Neotropicais, e ordens menores de Arachnida. Seus interesses se estendem também ao estudo de ecologia de comunidades de opiliões.

Eduardo M. Venticinque é pesquisador da Wildlife Conservation Society e é também colaborador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Atua principalmente nas áreas de ecologia geral, ecologia de comunidades, biogeografia aplicadas à conservação da Amazônia.

Adriano Brillhante Kury é Professor adjunto do Museu Nacional/UFRJ – Brasil, e curador da coleção de aracnídeos dessa mesma instituição. Possui uma longa carreira direcionada para a taxonomia, sistemática e biogeografia de opiliões em escala mundial.

Ana L.K.M. Albernaz é pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi – Brasil, sua linha de pesquisa se concentra em conservação, ecologia e biogeografia de organismos amazônicos.

RESUMO

Objetivos Avaliar o padrão de distribuição das espécies de opiliões e investigar a existência de zonas biogeográficas na calha da várzea do rio Solimões-Amazonas, no Brasil. Investigar também as probabilidades de ocorrência das espécies em função dos fatores climáticos e do relevo.

Local Calha da várzea dos rios Solimões e Amazonas no território brasileiro

Métodos realizamos análises qualitativas das ocorrências de espécies por meio de mapas distribucionais para gerar um panorama da distribuição geral das espécies ao longo da várzea. Com os pontos ocorrência conhecidos realizamos simulações da distribuição de 7 espécies em relação a variáveis ambientais de temperatura, precipitação, inundação e altitude utilizando a técnica de modelagem de distribuição por máxima entropia. Análises da distribuição das espécies através da técnica de ordenação direta pelos pontos amostrais (representando a longitude) foram realizadas para detectar padrões biogeográficos relacionados com a variável geográfica de longitude.

Resultados As espécies da várzea apresentaram-se distribuídas em duas zonas biogeográficas distintas marcadas pelos rios Negro e Madeira, havendo uma zona de sobreposição de espécies nesse trecho, e uma clara substituição de espécies ao longo do gradiente geográfico de longitude. As faunas de opiliões de cada uma das zonas são particulares e bem distintas, com espécies exclusivas em cada uma. As simulações por máxima entropia suportaram bem as ocorrências reais e previram ocorrências das espécies em quebras que sugerem as rupturas na distribuição entre a zona do Negro e Madeira mesmo para espécies com distribuições mais amplas.

Conclusões Esse estudo sugere que a várzea apresenta faunas distintas em duas regiões biogeográficas que acompanham mudanças de características geomorfológicas, estruturais e da paisagem que parecem ter relações diretas e indiretas sobre a distribuição das espécies. Há uma clara substituição de espécies ao longo da várzea em função do gradiente longitudinal, e sugerimos que os limites de distribuição de espécies nesse sistema são marcados pelos rios tributários, principalmente o Negro e Madeira, onde há uma zona clara de ruptura.

INTRODUÇÃO

Entender como se deu a enorme diversificação de espécies na Amazônia, e quais os fatores que influenciaram esse processo, tem sido um dos grandes objetivos de muitos cientistas que passaram, atuaram e ainda atuam nesta região. Entretanto, este parece ser um processo bastante complexo e seus principais fatores devem variar em diferentes grupos taxonômicos (Rossetti *et al.*, 2005).

Aparentemente ciclos de dispersão biótica alternaram com ciclos de especiação vicariante (Cracraft, 1988; Bates, 2001), portanto, apesar do compartilhamento de tantas similaridades ecológicas a fauna e flora amazônica teriam se agrupado ao longo do tempo de forma independente (Silva *et al.*, 2005), e por isso algumas dessas áreas seriam mais proximamente relacionadas com áreas fora da Amazônia do que com áreas amazônicas propriamente ditas. A história da Amazônia é dinâmica, a região sofreu uma série de intensas modificações ao longo de 90 milhões de anos. Fatores geológicos e históricos tiveram um importante papel na configuração atual de sua biodiversidade. Muitos organismos diversificaram durante a mudança dramática dos rios no Cretáceo e Cenozóico, onde as águas continentais foram ao mesmo tempo agente e produto da evolução da paisagem (Lundberg *et al.*, 1998).

A América do Sul se isolou da África ocorrendo, então, a abertura para o oceano Atlântico; o longo e complexo evento de soerguimento da cordilheira dos Andes e a formação do Istmo do Panamá (Haffer & Prance, 2001) para a América Central, separando os oceanos Atlântico e Pacífico, se sucederam. Desses, o soerguimento dos Andes tem papel marcante na configuração da paisagem moderna e nos eventos vicariantes aos quais a região amazônica foi submetida. A cordilheira foi formada por compressões tectônicas durante aproximadamente 90 milhões de anos, durante este processo os cursos dos rios receberam a influência de escudos continentais e arcos estruturais, flutuações do nível do mar e mudanças climáticas (Lundberg *et al.*, 1998).

Muitas teorias baseadas nesses processos geológicos foram propostas (Bates, 2001; Patton & Silva, 2001; Patton *et al.*, 2000; Räsänen *et al.*, 1987; 1990, 1995; Rüegg & Rosenzweig, 1949; Webb, 1995). A teoria dos refúgios amazônicos (Haffer, 1969, Haffer & Prance, 2001) diz que a distribuição e a composição das espécies de florestas úmidas e secas, e dos biomas não florestais, teriam mudado durante o Cenozóico, e no

período anterior. Um mosaico de florestas úmidas e florestas mais secas, teriam sido formados por picos de períodos climáticos secos-frios e úmidos-quentes, devido aos ciclos de Milankovitch (ciclos glaciais). Assim, a vegetação alternaria entre floresta fechada e floresta aberta, que podem ter funcionado como barreiras isolando plantas e animais de floresta pluvial úmida. O modelo dos refúgios nunca pôde ser efetivamente testado por ausência de mais dados palinológicos, geológicos e geomorfológicos dessa região (Haffer & Prance, 2001).

Outra hipótese assume que os arcos estruturais constituem barreiras geográficas, caracterizando um limite físico de distribuição e responsável por eventos de especiação (Räsänen *et al*, 1987; 1990; Patton & Silva, 2001; Patton *et al.*, 2000). A hipótese do lago sugere que antes do soerguimento dos Andes, durante o Mioceno, teriam ocorrido dois períodos de incursões marinhas que poderiam ter levado à fragmentação da floresta, e a formação de ilhas que levaram à vicariância e especiação (Bates, 2001).

O famoso historiador natural Alfred Russel Wallace (1852) propôs que a distribuição de espécies de primatas é delimitada pelos grandes rios Amazonas-Solimões, Madeira e Negro em 4 áreas de endemismo: Brasil, Equador, Guiana e Peru, chamadas por ele de distritos. Investigações realizadas com outros vertebrados, principalmente aves (Sneath, 1910; Haffer, 1969, 1992; Caparella, 1988, 1991), e estudos recentes de primatas (Rylands, 1987; Ayres & Clutton-Brock, 1992) dão suporte as áreas propostas por Wallace.

Quais mecanismos estão atuando ou atuaram na distribuição espacial de espécies de diferentes grupos nessas áreas de endemismo ainda não é consenso. A diversidade alfa, beta e gama de diversos organismos varia em taxas distintas, tornando complexa a atribuição da grande diversificação moderna na Amazônia a um único mecanismo (Patton & Silva, 2001). Trabalhos modernos sobre a geomorfologia e história da formação da Amazônia sugerem que a diferenciação das espécies deve ter sido controlada por características geomorfológicas, sedimentológicas e pedológicas (Rossetti *et al*, 2005; Tuomisto *et al*, 2003).

É inquestionável que eventos geomorfológicos desempenharam um importante papel no desenvolvimento da paisagem e na distribuição e evolução da biota amazônica, logo, estudos de biogeografia cladística poderão contribuir muito neste sentido, já que se espera que as relações filogenéticas de grupos de organismos sejam um reflexo espelhado da história geográfica de vicariância (Wiley, 1988 a e b). Porém, os componentes genéticos e expressões fenotípicas podem refletir também a história da

diversificação seletiva ao longo de gradientes. Sendo assim, a seleção natural atuando ao longo de gradientes ecológicos, sem significativo isolamento geográfico ou genético, pode ser um processo muito importante na diversificação das florestas tropicais (Smith *et al.*, 1997, Schneider *et al.*, 1999).

Os rios desempenham um importante papel, histórico e ecológico, a chegada dos tributários e a presença de grandes rios são grandes promotores da diversidade amazônica. Neste sentido, os ciclos de inundação periódicos na Amazônia podem auxiliar a identificar padrões de distribuição e de diversidade alfa, beta e gama (Ayres 1995; Tuomisto & Ruokolainen 1997; Moritz *et al* 2000; Fernandes *et al* 2004; Gascon & Smith 2004).

Este estudo trata da distribuição das espécies de opiliões amazônicos em áreas da várzea do rio Amazonas, principalmente por que são, no presente, um dos melhores grupos para estudos biogeográficos (Giribet & Kury, 2007) em função de sua alta sensibilidade a variações ambientais, capacidade limitada de colonização de novos ambientes, refletindo mudanças históricas em função de restrições ecológicas. Apesar disso ainda são poucos os trabalhos direcionados a entender seus padrões de ocorrência espaço-temporal, suas limitações de ocorrência em função de habitats específicos, ou mesmo discutir os padrões de distribuição das espécies obtidas por meio de estudos taxonômicos e sistemáticos.

Autores clássicos (Roewer 1910, 1923, 1953), tinham apenas uma abordagem casual sobre a biogeografia, além de pouca acurácia no estabelecimento de suas classes taxonômicas, criando assim grupos de ampla distribuição, disjuntos e com pouco sentido filogenético (Giribet & Kury, 2007). A aplicação de análises biogeográficas envolvendo espécies de opiliões é recente. Há uma única análise publicada, aplicada apenas para a Mata Atlântica (Pinto-da-Rocha *et al.* 2005).

Sabe-se menos da distribuição das espécies de opiliões na Amazônia do que de sua diversidade. Apenas os trabalhos de Pinto-da-Rocha (1997), Pinto-da-Rocha & Kury (2003) e Tourinho & Pérez (2006) apresentam mapas distribucionais e referências acuradas das localidades de coleta das espécies. Este estudo é o primeiro a mapear a ocorrência de espécies de opiliões amazônicos com protocolos amostrais quantitativos, utilizando dados acuradamente georeferenciados, e portanto o primeiro estudo a analisar o padrão de distribuição das espécies do grupo. O delineamento deste estudo levou em consideração a chegada dos rios tributários do complexo Solimões-Amazonas permitindo, por meio de análises qualitativas do dados, que investigássemos a influência

desses rios na distribuição das espécies ao longo do sistemas de várzeas na calha do Solimões-Amazonas.

Não há ainda conhecimento taxonômico básico, e conseqüentemente filogenético, das espécies de opiliões amazônicos, e, portanto, esse estudo não envolve os fatores históricos utilizando técnicas de biogeografia de vicariância, nem realiza comparações desse escopo por ausência de informação. Testamos a influência dos seguintes componentes ambientais estruturais e ecológicos na distribuição de espécies de opiliões ao longo da várzea: temperatura, precipitação, stress hídrico e altitude sobre o padrão de distribuição dos opiliões na várzea através de técnicas quantitativas de modelagem da distribuição de espécies. Utilizamos os modelos de distribuição preditiva para investigar a probabilidade máxima de distribuição de sete espécies de opiliões ao longo da calha da várzea do Solimões-Amazonas,, em função das variáveis citadas acima. Dessa maneira, objetivamos avaliar a robustez, e comparar os padrões obtidos apenas com as análises qualitativas das espécies amostradas com os modelos de máxima probabilidade gerados.

MÉTODOS

Dados ambientais

Para análises de possíveis fatores ambientais e configuração de habitat influenciando a distribuição de opiliões foram selecionadas 6 variáveis ambientais: 1. Altitude; 2. Stress hídrico (JERS_cheia); 3. Precipitação dos 3 meses mais secos (prec3sec); 4. Precipitação anual (precipitação); 5. Temperatura anual (tempanual); 6. Temperatura nos três meses mais secos (temp3s).

Todos os valores foram calculados a partir da base digitalizada da área da várzea utilizando o conjunto de programas ArcView 3.2 (ESRI, 1996). O cálculo do stress hídrico foi feito com imagens capturadas pelo satélite do radar banda L JERS-1. Essas imagens classificadas permitem visualizar e mensurar o tamanho da área alagada durante a cheia do ano de 1996, a partir das quais foram geradas as classes de valores da base usada nas análises.

Os coeficientes de variação dos dados de altitude foram gerados a partir de valores de uma base SRTM. Estes dados possuem a resolução vertical de um metro e horizontal de 93 metros e estão disponíveis no endereço www.seanless.usg.gov.

O cálculo dos valores ambientais foram feitos a partir do conjunto de sistemas BIOCLIM, disponível em <http://cres.anu.edu.au/outputs/anuclim/doc/bioclim.html>. O sistema BIOCLIM realiza predições climáticas a partir de valores mensais e semanais de máxima e mínima temperatura, chuva, radiação e evaporação para derivar parâmetros bioclimáticos. Para este estudo os parâmetros foram, precipitação dos 3 meses mais secos, precipitação anual, temperatura anual e temperatura nos três meses mais secos.

Análise dos dados

As fêmeas de *Gagrellinae* com morfologia conservativa e que potencialmente constituem indivíduos de identidade ambígua foram retiradas das análises. Basicamente por não ser possível realizar cortes taxonômicos de algumas espécies de *gagrelíneos* baseando-se apenas em fêmeas. Todas as análises de distribuição de espécies foram realizadas no software Maxent versão 3.0.4 beta (Phillips *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2006), disponível no endereço www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent. O programa é baseado em um método de predições ou inferências a partir de informação incompleta. A idéia básica é que para estimar a probabilidade uma distribuição que é desconhecida, é necessário encontrar a probabilidade da distribuição de entropia máxima; essas estão sujeitas aos limites que representam nossa informação incompleta sobre uma distribuição desconhecida (Jaynes 1957).

A qualidade do ajuste do modelo é diagnosticada através do cálculo da omissão (pontos de teste e treino) com o ponto inicial, e a área predita com o ponto inicial. Uma curva mostra o desempenho de um classificador do qual a saída depende de um parâmetro no ponto inicial. Isso é realizado plotando a taxa positiva de encontro com a taxa positiva falsa para cada ponto inicial. Um ponto (x, y) indica que para algum ponto inicial, o classificador classifica uma fração x de exemplos negativos como o positivo, e uma fração y de exemplos positivos como o positivo. A curva é obtida unindo os pontos. A área sob uma curva tem uma interpretação estatística natural, sendo que a área sob a curva é a probabilidade que o classificador requisita corretamente os pontos. Um classificador perfeito tem consequentemente um AUC de 1.

O valor máximo é frequentemente menor que um (Wiley *et al* 2003), e é menor naquelas espécies com distribuições menos específica. A sensibilidade iguala a proporção de presenças corretamente preditas nas localidades de teste (taxa extrínseca de omissão). A quantidade (especificidade) iguala a proporção de pixels do mapa

preditos para que haja condições apropriadas para a ocorrência da espécie. O Maxent assume que a especificidade é definida utilizando a área predita mais sensível do que a área de predição aleatória de distribuição, que representará a eficiência do modelo gerado, a sensibilidade de treino e teste devem estar próximas (Phillips *et al.* 2006).

Um segundo tipo da análise estatística realizada pelo Maxent, é um teste binomial de significância da taxa de omissão da predição, o Maxent gera gráficos das análises da taxa de omissão e área prevista como função do limite cumulativo. A taxa de omissão deve ficar próxima da omissão predita para que o modelo seja válido. Para estimar quais variáveis são as mais importantes no modelo, é realizado um teste de jackknife. Cada variável é excluída por vez, e um modelo é criado com todas as variáveis restantes. Por fim um modelo é criado usando cada variável isolada, e um outro com todas as variáveis, como inicialmente. O primeiro teste de jackknife utiliza apenas pontos usados para treino na análise preditiva de distribuição geográfica, o segundo somente com os pontos usados para teste, validação do modelo, e o último utiliza todos os pontos de presença obtidos para a espécie.

Foram utilizadas nas análises de modelagem de distribuição apenas as espécies com ocorrência em mais de 4 pontos amostrais e com um corte de abundância a partir de 10 indivíduos: *Caluga* sp.n. 2, *C. bimaculata*, *E. duapunctata*, *E. pentapunctata*, *Eucynortella* sp.n. 2, *Cynorta juruensis*, *P. manifestum*. Os mapas preditivos foram gerados a partir dos dados ambientais com as seguintes configurações do Maxent: pontos de teste = 30%, pontos de treino = 70%, limite de convergência (Convergence threshold) = 1.0-5; Máximo de iterações (Maximum iterations) 500; Valor de regularização (Regularization value) = 1.0.

Gráficos de ordenação direta foram gerados no programa Comunidata 1.5 (Dias, 2006) para demonstrar as distribuições de espécies de opiliões e suas densidades em relação aos pontos amostrais. Na ordenação direta não estão embutidos qualquer tipo de testes de probabilidades, os gráficos gerados apresentam a distribuição do grupo taxonômico em relação aos valores contínuos da variável ambiental (gradiente). Neste caso os pontos amostrais representam valores contínuos da longitude. Para diminuir o efeito das ausências entre pontos e permitir uma melhor visualização dos padrões de distribuição e substituição de espécies, foram gerados também gráficos de ordenação direta a partir da mesma matriz de dados, porém, com pontos de presença interpolados.

RESULTADOS

Caracterização da distribuição de espécies

Foram detectadas 51 espécies de opiliões com ocorrência na várzea (Fig. 3-19). Espécies com ocorrência nas localidades Ilha do Januário e Matinha, em Itacoatiara, ambas representando o ponto 13, foram excluídas da análise por serem dois indivíduos juvenis representantes das famílias Cosmetidae e Stygnidae, portanto não foi possível identificá-los em um nível de morfotipos.

De maneira geral as espécies apresentaram dois padrões claros de distribuição podendo ser divididas entre aquelas que se distribuíram a oeste, à montante do rio Negro, área com maiores inundações e maiores altitudes, e a leste – área com menor amplitude de inundação e menores altitudes da várzea, à jusante do Negro (Fig. 1a-b), tendo sido a zona de entrada do rio Negro o limite de ocorrência de várias delas (Fig. 1 e 2), *Hutamaia* sp.n. 1 (Fig. 3), *Geaya atrolutea*, *Caluga* sp.n. 3 (Fig. 18), *Cynorta* sp.n. 1 e *Gryne* sp.n. 1 (Fig. 10), *Caluga* sp.n.2 (Fig. 13), algumas ultrapassando um pouco esse limite, havendo uma área de sobreposição de limite de ocorrência de algumas espécies envolvendo as zonas deste rio e do Madeira, entre os municípios de Codajás, Manacapuru e Urucurituba (Fig. 1-2).

As espécies distribuídas na área oeste, à montante do Negro, com ocorrência em mais de um ponto, apresentaram padrões mais restritos de distribuição (Fig. 1-2), enquanto as espécies da parte leste, a jusante do Negro, apresentaram padrões mais amplos. *Eucynortella* sp.n. 2 (Fig. 18) apresentou distribuição por toda a várzea, porém a ocorrência não foi contínua, apresentando grandes quebras em subgrupos distribucionais, também foram observadas quebras em *E. duapunctata*, *E. pentapunctata* (Fig. 16 e 18). Mas foi *Cynorta juruensis* que apresentou a quebra mais discrepante, com dois blocos de ocorrências extremas, um na porção oeste do Solimões e outro na porção extrema a leste do Amazonas (Fig. 14). As quebras podem estar relacionadas à não detectabilidade da espécie. Para testar esta hipótese, também foram utilizados os modelos de predição da distribuição dessas espécies com o Maxent (máxima entropia).

As espécies do gênero *Geaya* Roewer, 1910 apresentaram ocorrência apenas na zona A, tendo sido seu ponto máximo de ocorrência até pouco antes da entrada do rio Purus, à montante (Fig. 2b); o mesmo ocorreu para 6 das 8 espécies de *Caluga* (Fig. 11). A substituição gradual de espécies ao longo da calha ocorre, mas os limites não são

muito claros em função do elevado número de ausências na matriz. Em Cosmetidae a substituição parece um pouco mais clara em função das maiores frequências de presenças (Fig. 2a). Em geral as espécies com ocorrências mais amplas ocorrem na zona B, enquanto as maiores concentrações de espécies com zonas de distribuição restrita estão na zona A (Fig. 1-2a e b), esse padrão geral é refletido também em espécies de uma mesma família, como em Cosmetidae e Gagrrellinae (Fig. 2a e b).

Dentre as espécies detectadas, *Caluga* sp.n. 2, *E. duapunctata*, *C. bimaculata*, *C. juruensis*, *E. pentapunctata*, *Eucynortella* sp.n. 2 tiveram ocorrências mais amplas (Fig. 1a-b, 2, 13, 16-19), praticamente, ou mesmo, ao longo de toda a várzea, enquanto 11 apresentaram ocorrências mais restritas, *Hutamaia* sp.n.1, *Calcosma* sp.n. 1, *Caluga* sp.n. 1, *Caluga* sp.n. 3, *Caluga* sp. 5, *Geaya atrolutea*, *Geaya* sp.n. 2, *Gryne* sp.n. 1, *Cynorta* sp.n. 1, *Metalibitia* sp.n. 1, *Stygnus* sp. 2, enquanto um número alto, 27 espécies, ocorreram em apenas um ponto (Fig. 1-2a-b).

Algumas espécies tiveram ocorrências acentuadamente descontínuas (Fig. 1a), sendo Manaosbiidae gen.1 sp1 aquela com os pontos de ocorrência mais disjuntos (Fig. 4), seguido de *Hutamaia* sp.n. 4 (Fig. 12) e por último *Caluga* sp.n. 3 (Fig.9).

Análises de distribuição por máxima entropia

a) Modelo para *Caluga* sp.n. 2

O Maxent excluiu as áreas a oeste da várzea, e a área de quebra na ocorrência desta espécie, que vai da área de entrada do Tapajós até a entrada do rio Xingu. A ausência de predições nessas regiões pode ter sido ocasionada pela ausência de registros nesses locais (Fig. 13). Esta zona é caracterizada por amplas áreas de águas abertas e relativamente pouca vegetação alagável devido a formação incompleta da planície aluvial nesta porção, que está relacionada a diminuição de sedimentos nas águas do Amazonas pela sua confluência anterior com o Negro, Uatumã, e Tapajós (pobres em sedimento). A diminuição de áreas de florestas alagáveis deve estar relacionada com o decréscimo de ocorrência dessa espécie. As maiores probabilidades de ocorrência estão em muitas áreas pequenas e restritas, em vários complexos de lagos, canais e pequenas ilhas da várzea na zona B, na área entre o Purus e Madeira chegando quase a área de confluência Amazonas-Tapajós, e até a várzea da área de entrada do Xingú, com áreas quentes ainda envolvendo a Baía de Caxiuanã, Ilha da Laguna e Ilha do Pacajaí (área de grande influência de marés e da enchente pelo Rio Amazonas), e as áreas próximas do rio Jarí, onde há a RESEX do Jarí, e Cajari, também na zona de entrada do rio

Nhamundá e do Rio Negro, principalmente a Ilha do Careiro e Careiro, próximo de Manaus.

AUC de máxima probabilidade para o modelo = 0.962. As probabilidades de ocorrência de *Caluga* sp.n. 2 em relação a cada variável ambiental foram muito similares ao modelo de *Eucynortella* sp.n. 2, *E. pentapunctata*, *C. bimaculata* e *P. manifestum*. As probabilidades crescem à medida que há aumento da temperatura durante o ano (Fig. 30) e do stress hídrico (JERS). Há um decréscimo da probabilidade de ocorrência nas maiores altitudes da várzea, e uma maior probabilidade à medida que aumenta a precipitação durante os 3 meses mais secos do ano. A probabilidade de ocorrência de *Caluga* sp.n. 2 em função da precipitação anual e temperatura durante os 3 meses mais secos é negativa. A chance de ocorrência da espécie decresce à medida que os valores de precipitação durante o ano e temperatura durante os três meses mais secos aumentam. Temperatura anual e stress hídrico foram responsáveis pelos maiores percentuais de contribuição, 37.2% e 30.4% respectivamente (Tabela 1). Precipitação (10.6%), altitude (10.3%) e precipitação durante os três meses mais secos (9.6%) contribuíram bem menos, temperatura durante os 3 meses mais secos teve baixíssima contribuição (1.8%) (Tabela 1).

b) Modelo para *Cynorta juruensis*

As maiores probabilidades de ocorrência desta espécie foram para a zona de entrada do Rio Tapajós (Fig. 14). A zona se caracteriza por um complexo mosaico de grandes lagos, canais e de ilhas de tamanhos variados. As predições envolveram as florestas da Ilha do Ituqui, Ilha Grande do Tapará, Ilha do Patacho, Ilha do Juruparipacu, Ilha do Curuá, e os grandes lagos Piracacira, Lago Grande, Lago Grande do Curuai, Lago do macaco e Lago do Sale. Há uma alta probabilidade de ocorrência também em uma zona restrita que envolve a Baía de Caxiunã, Ilha Grande do Pacajaí, Ilha da Laguna e Ilha do Mujirum da complexa região de várzea à jusante da vila Almerin. A última é uma zona de amplas florestas alagáveis e a primeira é uma zona de extensas áreas de águas abertas, em ambas as predições focalizam as ilhas.

Na parte mais baixa à oeste as maiores probabilidades estão na entrada do rio Coari no Solimões, Lago Coari, Lago Mamiá, Lago Badajós, Lago Arapuá na RDS Piagassú-Purus. E ao longo de toda a área de florestas alagáveis entre os rios Juruá e Jutáí. Esta região é uma planície colmatada, rica em sedimentos e com muitos lagos pequenos e estreitos formado pela migração lateral do Rio (Forsberg, 2000). O modelo

prediz bem a ocorrência dessa espécie em pontos onde ela está distribuída de fato. AUC de máxima probabilidade para o modelo foi 0.75. As probabilidades de ocorrência de *Cynorta juruensis* crescem à medida que há um decréscimo da temperatura (Fig. 30) e também do stress hídrico (JERS). Há um decréscimo da probabilidade de ocorrência da espécie nas maiores altitudes da várzea, e uma maior probabilidade à medida que a precipitação anual diminui. Neste modelo todas as variáveis usadas contribuem por meio de uma relação negativa ou nula.

Temperatura anual, stress hídrico e altitude foram responsáveis pelos maiores percentuais de contribuição, 40%, 31.6% e 27.1% respectivamente (Tabela 1). Precipitação anual teve baixa contribuição (10.6%) e precipitação durante os três meses mais secos e temperatura durante os 3 meses mais secos foram nulas (Tabela 1). A variável ambiental com alto ganho quando analisada isoladamente foi temperatura anual, porém a quantidade de água presente no sistema e da altitude obtiveram um ganho alto. A espécie em questão é uma das que possui mais de uma forma, as duas formas estão separadas por uma quebra que pode ser artefato, ou não. Há uma alta probabilidade de que esta espécie constitua na verdade dois grupos de espécies distintos, mas para definir a zona de corte entre formas tão similares precisaríamos de um estudo sistemático muito mais aprofundado, acompanhado de análises moleculares.

c) Modelo para *Cynortellula bimaculata*

As maiores probabilidades do modelo foram para as amplas florestas inundáveis na zona da margem norte do Solimões: entre os rios Jutai e Juruá, algumas pequenas zonas entre os rios Tefé e Coari (Lago Coari e Mamiá), e nesses dois rios, em alguns lagos tipo ria (vales de tributários menores de águas claras e pretas que foram alagados durante a última subida interglacial do mar), na zona do rio Tefé e no Lago Tefé, na área de entorno do Purus, e ao longo do Solimões entre o rio Tefé e Purus (Fig. 15). A zona entre Manaus e Tefé possui abundância de lagos tipo ria, e um aumento considerável de vegetação inundável devido a maior concentração de sedimentos, a zona entre Tefé e Tabatinga foi caracterizada anteriormente. As áreas preditas cobrem bem as zonas de quebra de ocorrência dessa espécie até a região de entrada do Purus, a partir de então as predições passam a ser mais baixas, e não cobrem as quebras de ocorrência, como a probabilidade de encontro na altura do Negro, e as zonas de ausência de registros como a zona do Tapajós e Bacia do Caxiuana.

AUC de máxima probabilidade para o modelo foi 0.85. Altitude sozinha foi responsável por 48.5% de contribuição para o modelo, precipitação durante os três meses mais secos (15.2%), temperatura durante os 3 meses mais secos e precipitação anual (13%) tiveram percentuais de contribuição muito próximos (Tabela 1). O stress hídrico teve contribuição baixa (6.2%) e temperatura anual teve contribuição menor que 1% (0.6%). A variável ambiental com alto ganho quando analisada isoladamente foi altitude, sozinha contribuiu para quase 50% do modelo (Tabela 1). A maior quantidade de pontos de ocorrência dessa espécie se distribuem ao longo das áreas de menores altitudes, a predição ainda que baixa para a área do Tapajós e na Baía de Caxiuana se devem as baixas altitudes dessas zonas.

d) Modelo para *Eucynortella duapunctata*

Para este modelo foi excluída a área de várzea entre Tabatinga e o Juruá. Máximas probabilidades foram geradas para as áreas de florestas de várzea inundáveis citadas anteriormente: entre o Purus e Madeira, e a partir deste último até aproximadamente Juruti (Fig. 16). Na zona de entrada do Negro as grandes predições ficam nas áreas com florestas inundáveis, pouco antes da confluência do Negro com o Amazonas, Manacapuru, Iranduba e Ilha da Paciência, a Ilha do Careiro e adjacências. Esta predição cobriu muito bem a grande quebra de ocorrência dessa espécie em dois blocos, um à oeste no Solimões e o outro mais ao leste no Amazonas. As predições são um pouco mais baixas para a segunda zona de quebra desta espécies, que ocorre entre o Tapajós e o Xingú.

AUC de máxima probabilidade para o modelo foi 0.823. As variáveis ambientais com alto ganho quando analisadas isoladamente foram temperatura nos 3 meses mais secos (43%) e altitude (37.1%), sendo a contribuição das demais variáveis muito pequenas (Tabela 1). A área do Solimões excluída pelo Maxent é uma zona de máxima precipitação durante os três meses mais secos e de maior altitude, as zonas com maiores predições são as de precipitações intermediárias e com menores altitudes. As zonas com mais baixas altitudes que receberem temporais prolongados estão mais suscetíveis a encharcarem diminuindo a área de uso da espécie.

e) Modelo para *Eucynortella sp.n. 2*

Pequenas áreas de floresta alagável na margem norte do Solimões na altura do Tefé e Coari, Purus, nas várzeas altas da zona de chegada deste rio, amplas florestas da

várzea nas áreas do Lago do Jacaré e do Piranha em Manacapuru, até a entrada do Madeira, nas várzeas da área de sua confluência com o Amazonas, na várzea da área de entrada do Negro, margem Sul do Amazonas, principalmente Ilha do Careiro e as várzeas do Careiro da várzea, depois do Madeira na zona ampla de florestas inundáveis na margem sul do Amazonas até a zona de entrada do Rio Uatumã (Fig. 17). Um pouco antes da chegada do Xingú na margem sul do Amazonas na RESEX Verde para Sempre, passando para a zona entre Almerin e Gurupá, no mosaicos de áreas de floresta da área da RESEX do Rio Cajari, Baía de Caxiuanã, Ilha da Laguna e dos Macacos. E alguns pequenos locais entre Almerin e Prainha na margem norte do Amazonas. O modelo excluiu novamente a área à extremo oeste do Solimões, onde a espécie obteve registros apenas entre Tabatinga e no Rio Iça e cobriu muito bem as zonas de ausência de registro da espécies entre pontos onde foram detectadas.

AUC de máxima probabilidade foi 0.926. A variável isolada com maior ganho foi o JERS na cheia, com 46.8% de porcentagem de contribuição, a contribuição da segunda variável com maior ganho, temperatura anual, foi muito menor (17.2%) do que a da variável JERS, o que indica que esta variável segura bastante do poder de explicação para as probabilidades geradas por este modelo (Tabela 1). Todas as demais variáveis contribuem com menos de 15%. A quantidade de água contribui para a as maiores probabilidades de ocorrência dessa espécie em função de sua ocorrência em áreas de grande amplitude de alagamento na cheia, mesmo a ocorrência em áreas de poucas floresta, se concentrou em manchas largas de florestas ou Ilhas das áreas mais claras na imagem do radar JERS na cheia, e portanto altos percentuais de inundação.

f) Modelo para *Eucynortula pentapunctata*

O modelo praticamente excluiu a área de várzea do Solimões até a entrada do rio Coari, onde a espécie não teve nenhum ponto de ocorrência, com apenas uma leve nuvem de pequenas probabilidades na RDS Mamirauá, próxima ao rio Juruá (Fig. 18). As maiores probabilidades estão na zona de chegada do Tapajós. Há ainda algumas probabilidades altas em pequenas manchas na margem sul do Amazonas entre o Tapajós e o Xingú. Probabilidades médias estão nas florestas inundáveis na zona do rio Coari até o madeira, e, uma nuvem nas florestas inundáveis da Ilha de Caxiuanã, Ilha da Laguna e Ilha dos Macacos. O modelo cobriu relativamente bem as zonas de quebras de ocorrência de espécies, e a maioria das probabilidades de ocorrência das espécies em áreas onde ela de fato ocorre variam de 60% a 10%.

Para *E. pentapunctata* teste e sensibilidade de treino (AUC = 0.890) e teste (AUC = 0.888) para este modelo apresentaram ótimo ajuste, AUC de máxima probabilidade foi 0.835. A variável isolada com maior ganho foi altitude (48.6%), a segunda variável isolada com maior ganho é precipitação anual (27.7%), temperatura nos 3 meses mais secos teve um ganho inferior (13.3%), e as demais variáveis tiveram menos de 5.5% de contribuição (Tabela 1). Todos os pontos de ocorrência dessa espécie estão ao longo da região da várzea onde ocorrem as menores taxas de precipitação e as menores altitudes o que explica o alto poder de contribuição dessas variáveis para o modelo de probabilidades de distribuição.

g) Modelo para *Paecilaema manifestum*

O modelo exclui as zonas de chegada do rio Tefé, antes da entrada do Negro, até a foz do Solimões, com exceção de uma nuvem com alta probabilidade de ocorrência desta espécie na zona do Tapajós, e basicamente na Ilha do Ituqui na margem sul do Solimões. (Fig. 19). Altas probabilidades estão nas florestas alagáveis entre Tabatinga e a boca do Rio Iça, e entre o Jutai e Juruá, e na entrada do Rio Coari, no Lago Coari. O ajuste do modelo: AUC de máxima probabilidade 0.846.

Temperatura nos 3 meses mais secos (46.3%), altitude (29.8%) foram responsáveis pelos maiores percentuais de contribuição, precipitação anual (8.9%) e stress hídrico (8.6%) tiveram baixa contribuição outras menos de 5% (Tabela 1). A variável ambiental com alto ganho quando analisada isoladamente foi temperatura nos 3 meses mais secos, porém a altitude água presente no sistema também obteve um ganho alto. As zonas de ocorrência e de maiores probabilidades de ocorrência dessa espécie estão ao longo do Solimões, em florestas de várzea alta e onde ocorrem maiores níveis de inundação durante a cheia, área que recebe mais chuva durante o ano e três meses mais secos do ano. É também a área com maiores altitudes quando comparada com as áreas de várzea ao longo do Amazonas.

DISCUSSÃO

As espécies de opiliões da várzea do Rio Solimões-Amazonas se distribuem de maneira geral em dois grandes grupos, um grupo a oeste, ao longo do rio Solimões (zona A) e outro a leste, ao longo do Amazonas (zona B) (Fig.1-2), limitadas por uma zona que abrange a chegada dos rios Purus, Negro e Madeira. A zona A caracteriza-se

pela presença de áreas de amplas florestas altas e com maiores amplitudes de inundação durante o período de cheia, são áreas de maiores altitudes, com maiores índices pluviométricos e também maiores temperaturas anuais. A zona B é formada por florestas mais baixas, com uma notável diminuição das florestas inundáveis e com presença de vários complexos de ilhas e lagos. Os valores de altitude são mais baixos, assim como índices pluviométricos e de temperatura anual, essa região sofre com longo trajeto de ocupação humana, e a sua porção mais extrema, à jusante do Amazonas, recebe intensamente a influência das marés oceânicas, sendo esta última uma área mais complexa com um ritmo de inundação irregular.

O rio Negro parece ter um papel central para a distribuição das espécies de aves, aranhas, árvores e opiliões ao longo da várzea. O rio Negro possui baixa concentração de sedimentos e matéria orgânica suspensa em suas águas. Quando este se encontra com o rio Amazonas descarrega suas águas neste último rio, diminuindo consequentemente sua concentração de sedimentos. As conseqüências da chegada do Rio Negro podem ser sentidas na mudança da paisagem local e na composição das águas.

Essa mudança na concentração de sedimentos acompanha um gradiente longitudinal, sendo responsável pela mudança gradual da paisagem ao longo desse sistema. Da nascente em direção a foz do Amazonas, há diminuição de florestas alagáveis em função da formação incompleta da planície aluvial. A formação incompleta da planície está relacionada com a baixa concentração de sedimentos nas águas do Amazonas, em função da entrada do Negro, e outros rios de águas pobres como o Uatumã, Nhamundá, Trombetas e Tapajós, à jusante do Madeira. Mudanças físicas e químicas tão grandes alteram a distribuição das espécies de opiliões nessas duas zonas em função da mudança na escala da paisagem, variando entre matas altas, matas baixas e áreas abertas ao longo de sua extensão.

A hipótese de que rios atuam como barreiras físicas, bloqueando o acesso de espécies entre áreas parece estar bem documentada para aves e primatas da Amazônia, mas nunca foram testadas ou propostas para aracnídeos. Um padrão de distribuição muito similar ao encontrado para opiliões foi encontrado para espécies de aves (Cohn-Haft *et al.*, no prelo), aranhas (Venticinque *et al.*, no prelo) e árvores (inventariados durante a mesma expedição e seguindo o mesmo delineamento amostral). A zona B, na confluência com o Xingú, porém, caracterizou uma terceira zona para aranhas, aves e árvores. Essa terceira zona, e uma outra subzona ocorrendo a oeste, à montante do Solimões, parecem existir também para as espécies de opiliões. Padrões interessantes

surtem com a família Stygnidae e Fissiphalliidae que apresentaram seus registros na zona B, e apenas nesta subzona estuarina, onde as florestas são mais altas e lembram estruturalmente florestas de terra-firme, além disso, uma segunda espécie de *Caluga* a ocorrer na zona B também concentrou sua distribuição neste trecho.

Com os dados deste estudo não é possível assegurar endemismos das espécies, ou zonas de endemismos para as espécies que apresentaram ocorrência restritas na várzea. Porém, esses dados podem também estar contando uma história próxima da situação real de distribuição dessas espécies neste ambiente. Cohn-Haft *et al.* (no prelo) explica com muita propriedade por que dados de presença e ausência, muitas vezes incompletos, sugerem bastante sobre a distribuição real de espécies. Diante do cenário de detecção imperfeita das espécies em cada local (falsas ausências), a tendência é subestimar a distribuição das espécies e superestimar a prevalência de distribuições restritas. Entretanto, um aumento da proporção dos registros mais distantes da espécie (sua suposta distribuição) oferece mais confiança de que essa distribuição geográfica seja realmente a da espécie, já que, se esta espécie foi consistentemente registrada ao longo de um certo trecho, é mais provável que a sua falta de registro, em outros lugares, signifique uma ausência real.

Para os opiliões é importante evitar generalizações antes de avaliar os pontos de ocorrência das espécies, suas abundâncias e aspectos particulares da biologia de cada espécie. Espécies dos gêneros *Trinella*, *Metalibitia* e *Hutamaia*, possuem baixo poder de detecção, sendo sua amostragem mais difícil em função de sua característica acentuadamente críptica, e por habitarem preferencialmente as camadas do folhiço. Existem ainda as espécies que freqüentemente ocupam o estrato vertical, até copa de árvores. Muitas espécies ocupam cupinzeiros mortos e geralmente se escondem em abrigos quando expostas à luz (Tourinho, dados não publicados). Todos esses fatores biológicos contribuem para baixas proporções, números de pontos únicos e falsas ausências neste estudo.

Mesmo deixando de lado qualquer avaliação dos registros de ocorrência das espécies de grupos acima citados, mais suscetíveis ao artefato, a maioria dos gagrelíneos e alguns cosmetídeos se distribuíram em áreas restritas dentro das zonas propostas para a várzea, e em outras localidades fora da várzea. Gagrelíneos e cosmetídeos possuem altas abundâncias, são facilmente detectados e coletados. É importante notar que nenhuma das espécies de gagrelíneos registradas para a várzea foi coletada em outra parte da Amazônia, Reserva Ducke, Ilhas de Balbina, REBIO Uatumã, interflúvio

Madeira-Purus, Manaus e Rio Preto-da-Eva, Juruá, onde foram realizados estudos, nem mesmo nas áreas de Manaus, que é uma localidade relativamente próxima de alguns dos pontos de amostragem. Cada um dos locais citados possui suas próprias espécies de gagrelíneos. As espécies da várzea com distribuições restritas podem de fato ter distribuições restritas, e talvez não tenham conseguido colonizar outras localidades, ou não consigam estabelecer populações viáveis pela presença de outras espécies com populações maiores e mais estabelecidas ao longo da várzea, o que parece ser o caso de *Caluga* sp.n. 2 dominando sozinha praticamente toda extensão da zona B.

A ocorrência de uma espécie de Gagrellinae com distribuições mais amplas e mais abundantes em uma mesma área onde há restrição para outras espécies, está registrada na Mata Atlântica; exemplos são *Jussara rosea* (Tourinho & Kury, 2003), e uma espécie não descrita de *Munequita* sp, com ocorrência em Caucáia do alto (Bragagnolo *et al.*, no prelo). Supondo que as restrições são artefatos, e que as espécies com aparentes restrições na zona A estejam ocorrendo ao longo de toda a calha, ou por toda a zona A, teríamos então 12 espécies de Gagrellinae ocorrendo em uma mesma área, onde conseqüentemente a simpatria seria inevitável, ainda mais se levarmos em consideração as restrições impostas pelo ambiente de várzea.

A coexistência entre espécies de Gagrellinae em um mesmo local, para a região Neotropical, geralmente não ultrapassa o número de 4 espécies (veja mapas e dados em Tourinho, 2004a e b, Tourinho & Kury 2003, Pinto-da-Rocha & Bonaldo, 2006). O maior número de espécies de gagrelíneos registrados no Neotrópico é de 7, para a Serra dos Órgãos na Mata Atlântica (Bragagnolo & Pinto-da-Rocha, 2003), porém esta é a zona de maior riqueza de opiliões já registradas para toda a região Neotropical, representando um caso extremo. Neste trabalho o maior número de espécies de gagrelíneos ocorrendo no mesmo local foi 5, na Restinga do Cevalho em Juruá. Portanto, é muito pouco provável que essas 12 espécies tenham distribuições amplas. Levando em consideração o número elevado de espécies desta subfamília ocorrendo na zona A (10).

É provável que a distribuição de muitas espécies de opiliões na calha da várzea do Solimões-Amazonas não seja mesmo contínua, e as espécies se distribuam em manchas em função de habitats disponíveis com as características próprias para sua persistência (veja discussão cap. 2), e em função de exclusão competitiva. Mesmo para as espécies com distribuição mais ampla, uma vez que muitas das quebras observadas nas distribuições dessas espécies ao longo da várzea se sobrepõem com zonas de entrada de rios (e.g. Tapajós, Xingú, Juruá, Madeira).

Até mesmo as espécies com distribuições mais amplas também parecem conter quebras em suas distribuições, essas são congruentes com as zonações da várzea detectadas e propostas para as outras espécies além de opiliõe como por exemplo *C. juruensis* e *E. duapunctata*. A instabilidade do modelo de probabilidades de distribuição gerado em *Cynorta juruensis*, em relação aos modelos de *Caluga* sp.n. 2, pode ser um reflexo da inconsistência taxonômica-sistemática deste táxon (veja cap. 1). A quantidade de água no sistema estaria relacionada com a ocorrência da espécie em duas porções extremas das zonas de distribuição A e B da várzea. O modelo estaria dando mais força a variável Jers na cheia (stress hídrico) em função da grande extensão de florestas alagáveis durante a cheia, na porção extrema da zona A, à jusante do Solimões, esquentando com tons escuros também a zona da Baía de Caxiuanã e adjacências, outra região extensamente alagada. Em contrapartida, o maior número de pontos de ocorrência da espécie são os da forma 2, com ocorrência apenas em áreas com grande incidência de lagos e ilhas, nas áreas com menores altitudes e menos florestas alagáveis, localizadas na porção leste mais extrema da várzea.

Um teste usando apenas os pontos de ocorrência da forma 2 de *Cynorta juruensis* apresentou um modelo muito mais robusto, com um AUC de máxima probabilidade muito superior (0.922), e melhores ajustes de teste e de treino. O modelo assume as maiores probabilidades apenas na zona do Tapajós, em suas ilhas e grandes lagos, e exclui a probabilidade de ocorrência dessa forma na zona A. As probabilidades de ocorrência na Baía de Caxiuanã são muito baixas, e as variáveis com maiores contribuições são precipitação anual, altitude e temperatura anual (relação negativa), que na zona de distribuição dessa forma são menores do que na zona de ocorrência da forma 1. A forma 1 não pôde ser testada por conter apenas dois pontos de ocorrência. Como a forma 2 inclui apenas 4 pontos de ocorrência, este teste não se ajusta aos critérios selecionados e aplicados para os modelos deste estudo, servindo apenas para nortear premissas assumidas para *C. juruensis*.

Casos similares foram descritos também para 3 espécies de *Leiobunum* ao longo de um gradiente latitudinal. Essas espécies de opiliões apresentam aumento do tamanho corpóreo do norte para o sul dos EUA, esse aumento corpóreo foi relacionado a condições climáticas, a diminuição do efeito de sazonalidade e do período de neve no sul, que provavelmente resulta em maiores ofertas de alimento e períodos maiores de crescimento. As duas formas de *C. juruensis* encontradas na várzea também possuem aparentemente distribuições disjuntas, habitando distintos habitats, e possuem um

aumento corpóreo que pode estar relacionado com um aumento da longitude na direção leste-oeste. Estando formas maiores distribuídas na zona da várzea com maior disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica onde a produção primária e oferta de alimento são muito superiores do que na zona B. Ainda que estudos futuros revelem que essas duas formas são de fato variações de uma mesma espécie em um gradiente longitudinal, suas distribuições disjuntas em duas zonas devem ser levada em consideração em análises de padrões de distribuição biogeográficos na várzea.

Em *E. duapunctata* há o desaparecimento de registros pouco antes de confluência com o Negro, à montante do Solimões, a espécie volta a ser registrada pouco depois da confluência com o Madeira, à jusante do Amazonas, voltando a desaparecer a partir da chegada do Tapajós, para ressurgir imediatamente depois da confluência com o Xingú. É importante ainda notar que esta espécie é uma das espécies tratadas como complexo, onde há a presença de variações claras no padrão de manchas do corpo e outros caracteres morfológicos, tal variabilidade acompanha o gradiente longitudinal, o padrão de desenhos se tornam mais complexo a medida que diminui a longitude, para este estudo as formas puderam ser divididas de forma grosseira em dois grupos, um grupo ocorrendo na zona A, e o outro na zona B.

O modelo de probabilidades para esta espécie, em função de variáveis ambientais, assume que as maiores probabilidades de ocorrência de *E. duapunctata*, levando em consideração as duas formas, estaria na zona entre o Purus e pouco depois do Madeira, à jusante do Solimões, zona de precipitações intermediárias e com menores altitudes, as duas variáveis com maior contribuição de probabilidade. Esse modelo obteve um AUC de máxima probabilidade relativamente baixo, se comparado com o dos outros modelos. Os resultados obtidos com modelos gerados considerando cada uma das formas separadamente, surpreendentemente corroborou o padrão de distribuição obtido com os pontos de registro das formas 1 e 2 juntas. O modelo gerado apenas com a forma 1 obteve um ajuste ROC e entre os pontos de teste e treino muito melhor (AUC de máxima probabilidade = 0.847, AUC de treino = 0.963 e AUC de teste = 0.979) do que o obtido para o modelo geral (com as duas espécies, veja em resultados), ou com o modelo de predição usando a forma 2 apenas (AUC de máxima probabilidade = 0.876, AUC de treino = 0.923 e AUC de teste = 0.800), sendo também este último um modelo mais instável do que o modelo levando em consideração as duas formas. Análises moleculares futuras auxiliarão a confirmar se as duas formas são, de fato, representantes de populações distantes da mesma espécie ocorrendo em duas zonas de distribuição.

Os modelos preditivos corroboraram a ocorrência real das espécies, além disso, sugeriram probabilidades altas de ocorrência que foram bem coerentes com os padrões de distribuição em zonas. Para algumas espécies já comentadas acima os modelos apresentaram ajustes um pouco instáveis que podem estar relacionados com inconsistências derivadas de identificação e/ou com baixo número de pontos.

Dentre as variáveis ambientais testadas na construção dos modelos preditivos altitude influenciou com contribuições percentuais altas em 5 dos 7 modelos gerados, explicando quase 50% das probabilidades das distribuições nos modelos de *C. bimaculata* e *E. pentapunctata* e em torno de 30% nos demais modelos, sendo as maiores probabilidades de ocorrência para as espécies em baixas altitudes. Já as probabilidades de ocorrência de *Caluga* sp.n. 2 e *Eucynortella* sp.n. 2 estão mais relacionadas as áreas mais alagáveis que possuem as maiores probabilidades de encontro das espécies. As maiores quantidades de água estão relacionadas a grandes probabilidades concentradas em áreas que possuem maior propensão de alagamento, área de transição entre as zonas A e B. A influência da altitude está relacionada com a ocorrência das espécies analisadas nas menores altitudes da várzea.

A alta relação das probabilidades com as menores altitudes poderia estar relacionada com a formação da planície aluvial ao longo da várzea, uma vez que o grau de colmatagem da planície diminui gradativamente a medida que a altitude diminui na calha da várzea. Os diferentes graus de formação da planície estão diretamente relacionados com a densidade de sedimentos disponível nas águas, as áreas de maiores altitudes são aquelas onde estão as florestas inundáveis mais altas, e mais amplas, que também são intensamente alagadas durante a cheia. Quando as probabilidades de baixas altitudes são feitas o modelo está geralmente excluindo a zona entre Juruá até Tabatinga, à montante do Solimões, onde estão as planícies completamente colmatadas. Porém, o que parece mais provável é que a relação com as baixas altitudes ocorre em função do delineamento amostral que possui pontos apenas ao longo do Solimões-Amazonas, e, portanto, apenas nas áreas com mais baixas altitudes da várzea.

O jers influenciou com contribuições percentuais altas para as probabilidade de 3 dos 7 modelos, e explicou sozinho quase 50% das probabilidades de distribuição e *Eucynortella* sp.n. 2. A relação das altas probabilidades de ocorrência dessa espécie com o aumento da água no ambiente pode estar relacionado com sua tolerância ao stress hídrico, por sua vez essa possível tolerância explicaria sua amplitude de distribuição ao longo de praticamente toda a várzea e suas densidades relativamente altas.

Aparentemente as espécies de Cosmetidae são de fato mais tolerantes ao stress hídrico, por serem as espécies mais abundantes e mais amplamente distribuídas neste ambiente, os motivos biológicos que explicam esse sucesso de Cosmetidae em sua colonização e fixação na várzea devem ser investigados.

Mas, para apontar a relação particular de cada uma das espécies em função de habitats na várzea precisaríamos de uma amostragem maior, por um período mais prolongado. Com um delineamento que deve levar em consideração não apenas um transecto linear ao longo dos rios Solimões e Amazonas, mas também pontos laterais e intercalados, para que possamos testar a ocorrência das espécies que apresentam distribuições mais restritas com modelos de distribuição preditiva, e levar em consideração as diferenças altitudinais, para que a influência da mesma possa ser testada de forma mais robusta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albernaz, A.L., Moreira, M.P., Ramos, J., Assunção, P.A. & Fanciscon, C.H. No prelo Contribuição ao Conhecimento da Distribuição de Árvores. *Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação* (org. by A.L.K.M. Albernaz). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.
- Ayres, J.M. (1995). *As matas de várzea do Mamirauá*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Sociedade Civil Mamirauá.
- Ayres, J.M. & Clutton-Brock, T.H. (1992) River boundaries and species range size in Amazonian primates. *The American Naturalist*, **140**(3), 530-537.
- Bates, J. (2001) Avian diversification in Amazonia: evidence for historical complexity and a vicariance model for a basin diversification pattern. *Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia*, (ed. by I.C. Vieira; J.M.C. Silva; D.C. Oren & M.A. D’Incao), pp. 119-139. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

Bragagnolo, C. & Pinto-da-Rocha, R. (2003) Diversidade de Opiliões do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil (Arachnida, Opiliones). *Biota neotropica*, São Paulo, 3(1): 1-20.

Bragagnolo, C., Nogueira, A.A., Pinto-da-Rocha, R. & Pardini, R.. no prelo. Harvestmen in an Atlantic Forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biological Conservation*.

Caparella, A.P. (1991) Neotropical avian diversity and riverine barriers. *Acta Congressus Internationalis Ornithologici*, **20**, 307-316.

Capparella, A. (1988) Genetic variation in Neotropical birds: implications for the speciation process. Congress International Ornithology, 19, *Acta Ottawa*, **2**, 1658–1664.

Cohn-Haft, A., Naka, L.N. & Fernandes, A.M. Padrões de Distribuição da Avifauna da Várzea dos Rios Solimões e Amazonas. Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (in press) (org. by A.L.K.M. Albernaz). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

Cracraft, J. (1988) Deep-history biogeography: retrieving the historical pattern of evolving continental biotas. *Systematic Zoology*, **37**, 221-236.

Dias, R. L. (2006) Comunidata v. 1.5. Manaus, Amazonas, Brasil.

ESRI. (1996) Arc View GIS. Redlands, CA, USA, Environmental Systems Research Institute.

Fernandes, C.C., Podos, J., Lundberg, G. & Meet, W.R. (2004) Amazonian Ecology: tributaries enhance the diversity of electric fishes. *Science*, **305**, 1960-1962.

- Forsberg, B.R. (2000) Estudo matriz para o Projeto “Manejo Sustentável dos Recursos Naturais da Várzea” - Relatório final. Manaus, 164 pp.
- Gascon, C. & Smith, M. L. (2004) Where rivers meet. *Science*, **305**, 1922-1923.
- Haffer, J. (1992) On the river effect in some forest birds of Southern Amazonia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, **8**, 217-245.
- Haffer, J. (1969) Speciation in Amazon forest birds. *Science*, **165**, 131–137.
- Haffer, J. & Prance, G.T. (2001) Climatic forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: on refuge theory of biotic differentiation. *Amazoniana*, **16**, 579–607.
- Jaynes, E.T., (1957). Information theory and statistical mechanics. *Phys. Rev.*, 106: 62-630.
- Kury, A.B. (2003) Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnologia, vol. especial monográfico*, **1**, 1–337.
- Lundbergh, J.G., Marshall; L.G., Guerrero, J., Horton, B., Malabarba, M.C. & Wesselingh, F. (1998) The stage of neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. *Phylogeny and Diversification of Neotropical Fishes* (ed. by L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, C.A.S. Lucena, Z.M.S. Lucena), pp. 13-48. Museu de Ciências/PUCRS, Porto Alegre.
- Moritz, C., Patton, J.L., Schneider, C.J. & Smith, T.B. (2000) Diversification of rainforest faunas: an integrated molecular approach. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **31**, 533-563.
- Patton, J.L. & Silva, M.N. (2001) Molecular phylogenetics and the diversification of Amazonian mammals. *Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia* (ed. by I.C. Vieira, J.M.C. Silva, D.C. Oren & M.A. D’Incao), pp. 39-166. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Brazil.

- Patton, J.L., Silva, M.N. & Malcolm, J.R. (2000) Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **244**, 1–306.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., & Schapire, R.E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**, 231-259.
- Phillips, S.J., Dudík, M. & Schapire, R.E. (2004) A Maximum Entropy Approach to Species distribution modeling. *Proceedings of the 21st International Conference on machine Learning*, pp. 43-48. ACM Press, New York.
- Pinto-da-Rocha, R. (1997) Systematic review of the Neotropical family Stygnidae (Opiliones, Laniatores, Gonyleptoidea). *Arquivos de Zoologia*, São Paulo **33**(4):163-342.
- Pinto-da-Rocha, R. & A.B. Kury. (2003) Phylogenetic analysis of Santinezia with description of five new species (Opiliones, Laniatores, Cranidaea). *Journal of Arachnology*, **31**:173-208.
- Pinto-da-Rocha, R.; da Silva, M.B. & Bragagnolo, C. (2005) Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. *Journal of Arachnology*, **33**(2): 290-299.
- Räsänen, M.E., Salo, J.S. & Kalliola, R.J. (1987) Fluvial perturbation in the Western Amazon Basin: regulation by long-term sub-Andean tectonics. *Science*, **238**, 1398-1401.
- Räsänen, M.E., Salo, J.S., Jungner, H. & Romero-Pittman, L. (1990). Evolution of the Western Amazon lowland relief: impact of Andean foreland dynamics. *Terra Nova* **2**, 320–332.
- Räsänen, M.E., Linna, A.M., Santos, J.C.R. & Negri, F.R. (1995) Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science*, **269**, 386–390.

- Roewer, C.F. (1953) Neotropische Gagrellinae (Opiliones, Arachnidae). (Weitere Weberknechte XVII). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, **29(1)**, 180-265.
- Rossetti, D.F., Toledo, P.M. & Góes, A.M. (2005) New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. *Quaternary Research*, **63**, 78-89.
- Rüegg, W. & Rosenzweig, A. (1949) Contribución a la geología de las formaciones modernas de Iquitos y de la Amazonia Superior. *Boletín de la Sociedad Geológica del Peru. Volume Jubilar Parte II*, **3**, 1-24.
- Rylands, A.B. (1987) Primate communities in Amazonian forests: their habitats and food resources. *Experientia*, **43**, 265-279.
- Schneider, C.J., Smith, B.T., Larison, B., & Moritz, C. (1999) A test of alternative models of diversification in tropical rainforests: Ecological gradients vs. rainforest refugia. *Evolution*, **96(24)**, 13869–13873.
- Silva, J.M.C., Rylands, A.B. & Fonseca, G.B. (2005) The fate of the Amazonian areas of endemism. *Conservation Biology*, **19(3)**, 689–694.
- Smith, T.B., Wayne, R.K., Girman, D.J. & Bruford, M.W. (1997) A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. *Science*, **276**, 1855-1857.
- Sneathlage, E. (1910) Sobre a distribuição da avifauna campestre na Amazônia. *Boletim do Museu Emílio Goeldi*, **6**, 226-235.
- Tourinho, A.L. (2004a) A new genus of Gagrellinae from Brazil, with a comparative study of some of the southernmost tropical and subtropical South American species (Eupnoi, Sclerosomatidae, Gagrellinae). *Revista Ibérica de Aracnología*, **9**, 157–177.

- Tourinho, A.L. (2004b) The third species of the South American genus *Pectenobunus* Roewer, with a new synonym for the genus (Eupnoi, Sclerosomatidae, Gagrellinae). *Zootaxa*, **405**, 1-16.
- Tourinho, A.L. & Kury, A.B. (2003) A review of *Jussara*, with descriptions of six new species from Brazil (Arachnida, Opiliones, Sclerosomatidae). *Tropical Zoology*, **16**(2), 209–275.
- Tourinho, A.L. & Pérez G., A. (2006) On the family Fissiphalliidae Martens, 1988, with description of two new Amazonian species. *Zootaxa*, **1325**, 235-254.
- Tuomisto, H. & Ruokolainen, K. (1997) The role of ecological knowledge in explaining biogeography and biodiversity in Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, **6**, 347-357.
- Tuomisto, H., Tuomisto, K., Ruokolainen, K. & Yli-Halla, M. (2003) Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian forests. *Science*, **299**, 241–244.
- Venticinque, E.M., Rego, F.N.A.A., Brescovit, A.D., Rheims, C.A. & Ruiz, G.R.S. no prelo. A Araneofauna das Várzeas do Ro Amazonas: Padrões de Distribuição e Estado do Conhecimento Atual. *Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação* (in press) (org. by A.L.K.M. Albernaz). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.
- Wallace, A.R. (1852) On the monkeys of the Amazon. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **20**, 107–110.
- Webb, S.D. (1995) Biological implications of the Middle Miocene Amazon seaway. *Science*, **269**, 361–362.
- Wiley, E.O. (1988a) Vicariance Biogeography. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **19**, 513-542.

Wiley, E.O. (1988b) Parsimony Analysis and vicariance biogeography. *Systematic Zoology*, **37(3)**, 271-290.

Wiley, E.O., McNyset, K.M., Peterson, A.T., Robins, C.R. & Stewart, A.M. (2003) Niche modeling and geographic range predictions in the marine environment using a machine-learning algorithm. *Oceanography*, **16(3)**, 120–127.

TABELAS E FIGURAS

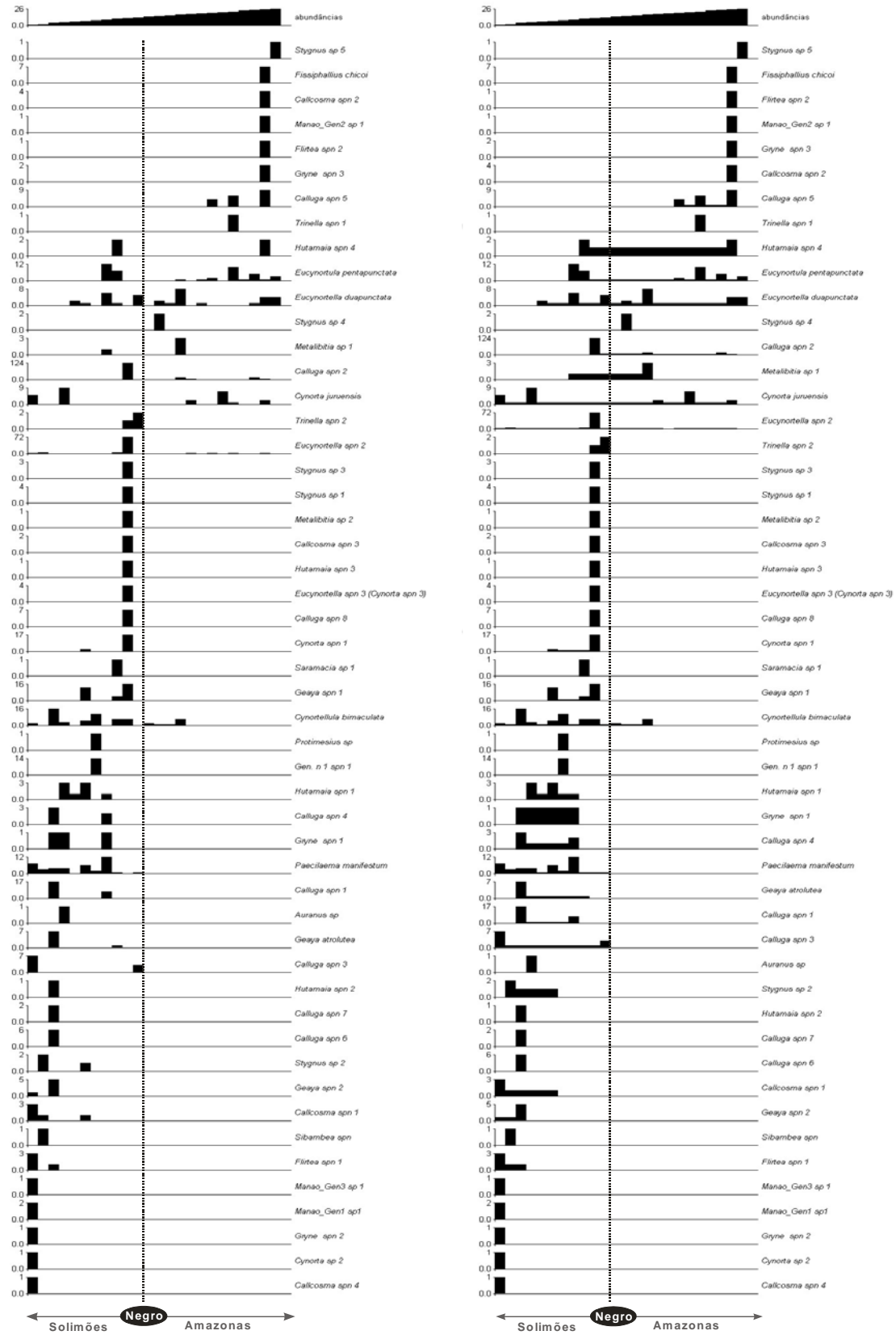


Figura 1 a e b

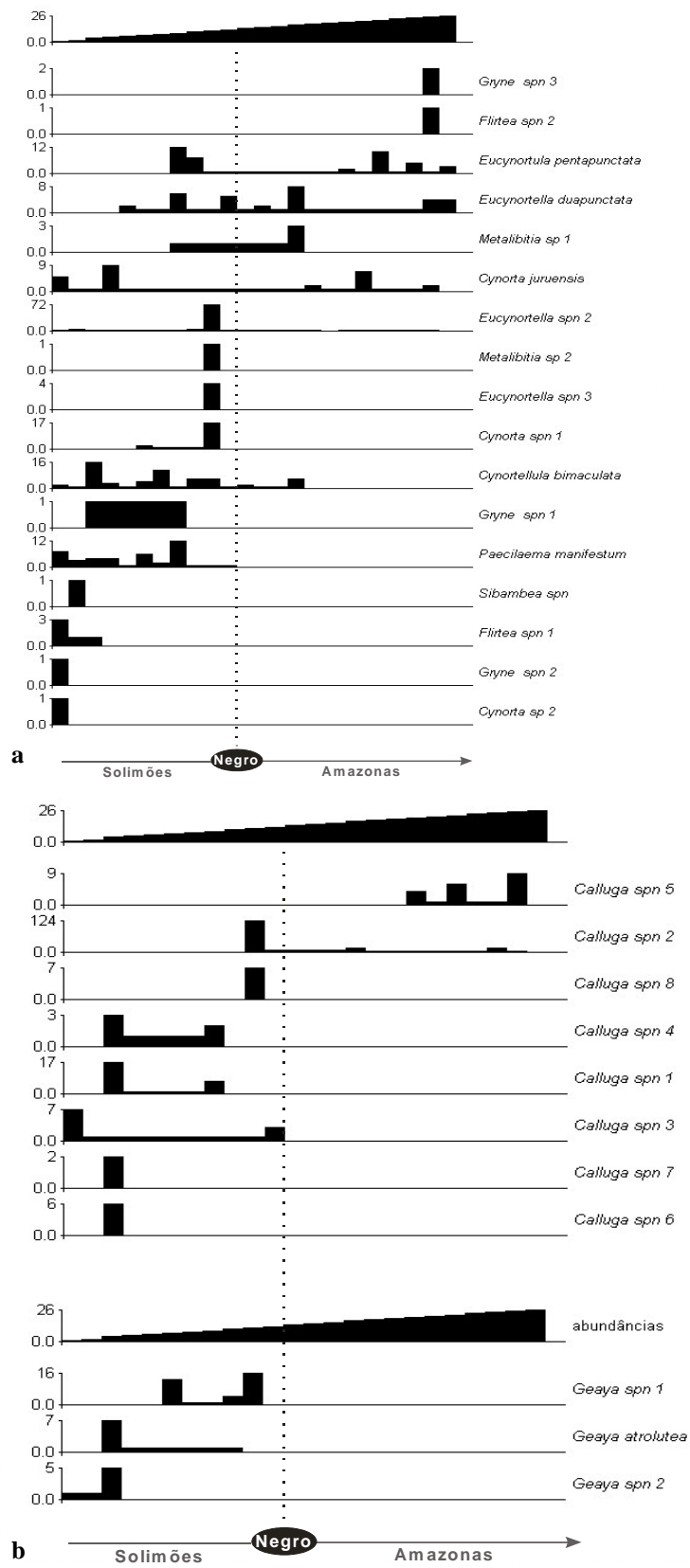


Figura 2 a e b

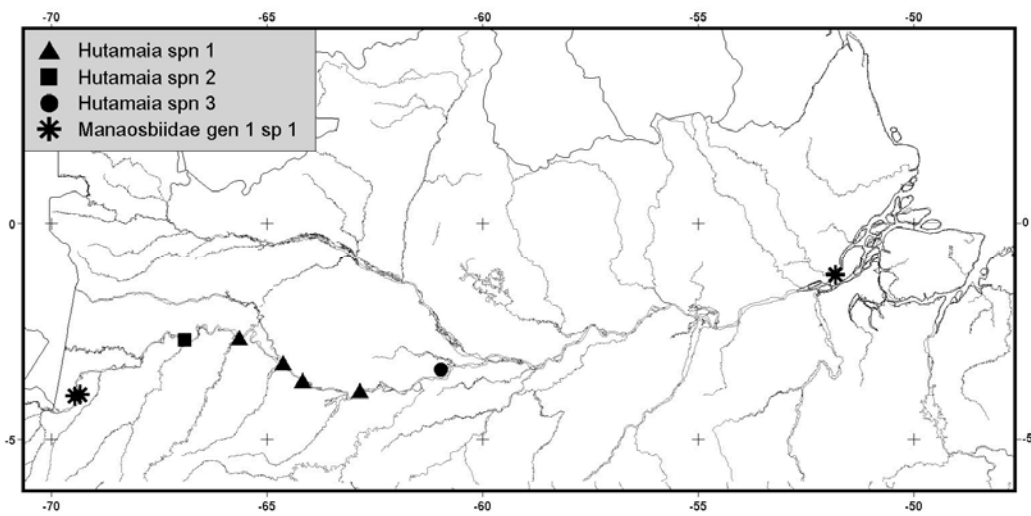


Figura 3

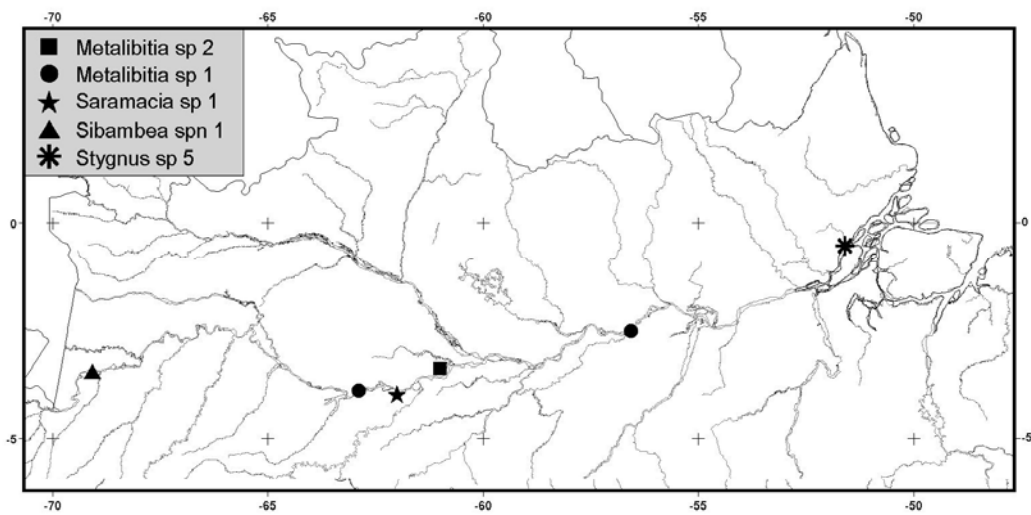


Figura 4

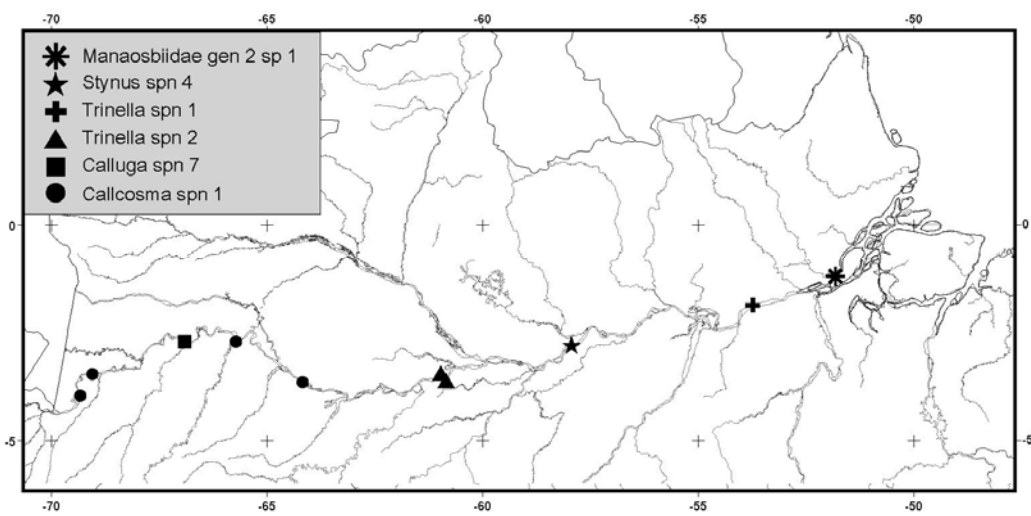


Figura 5

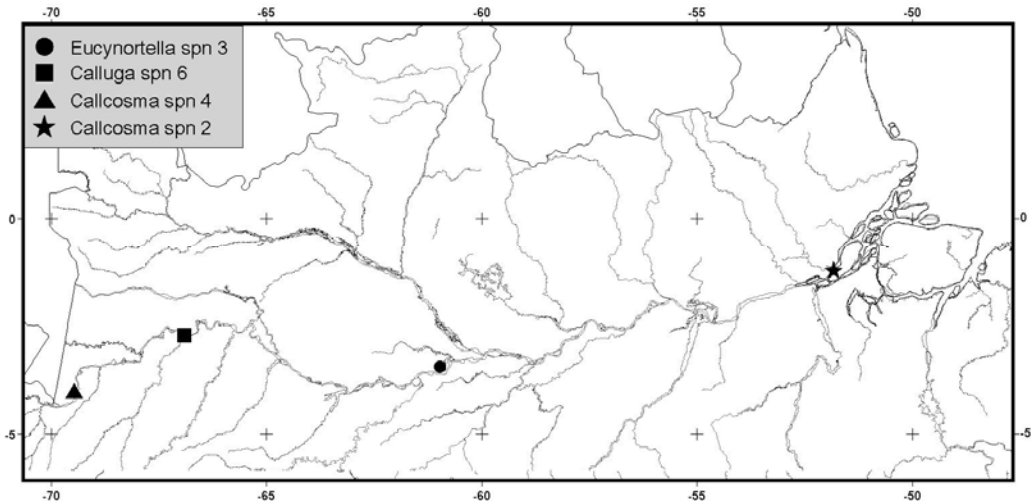


Figura 6

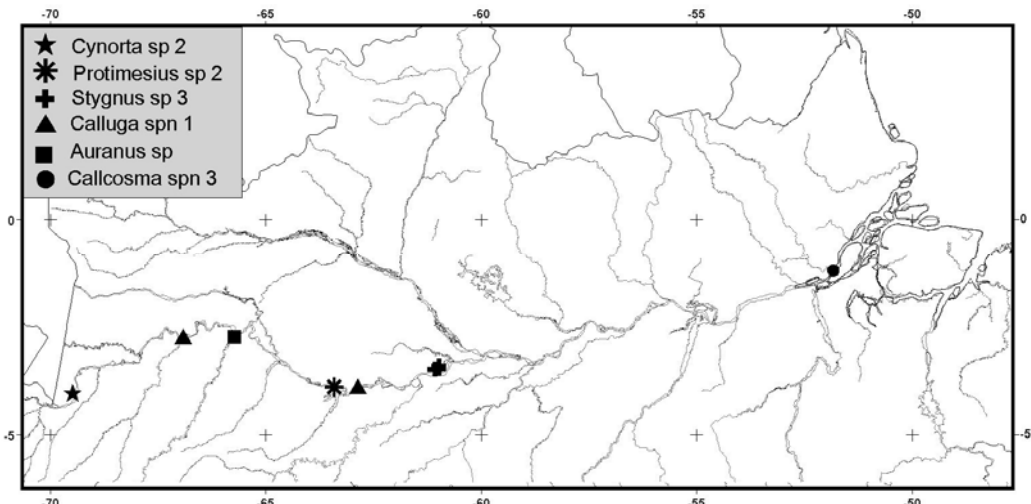


Figura 7

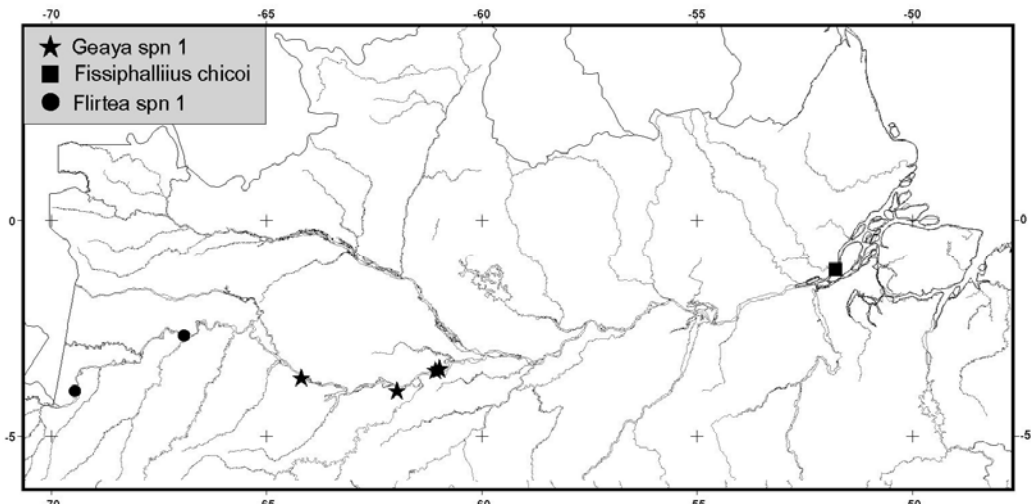


Figura 8

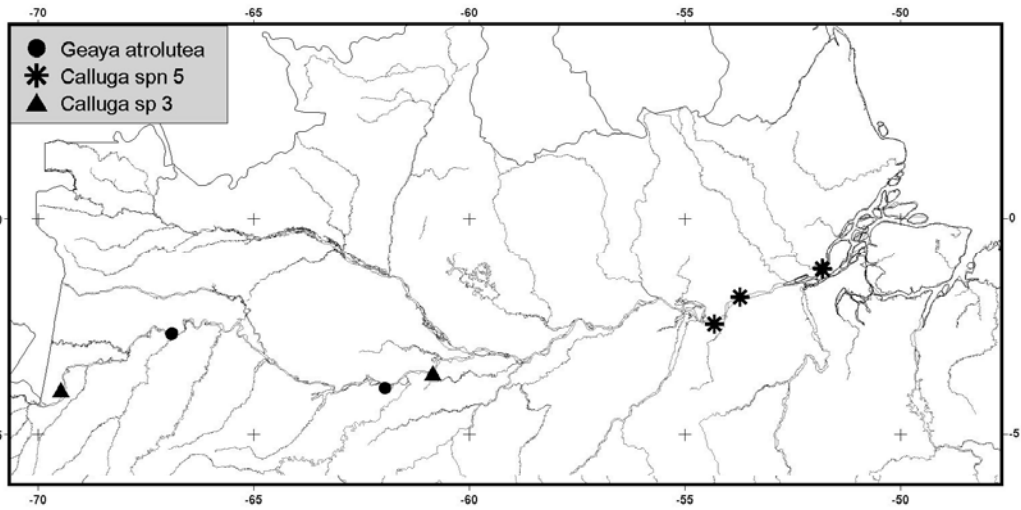


Figura 9

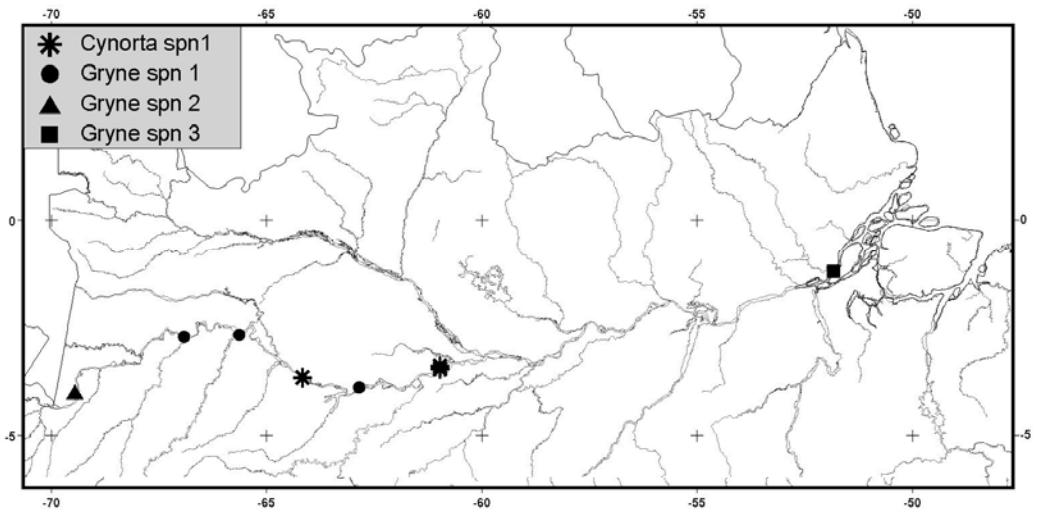


Figura 10

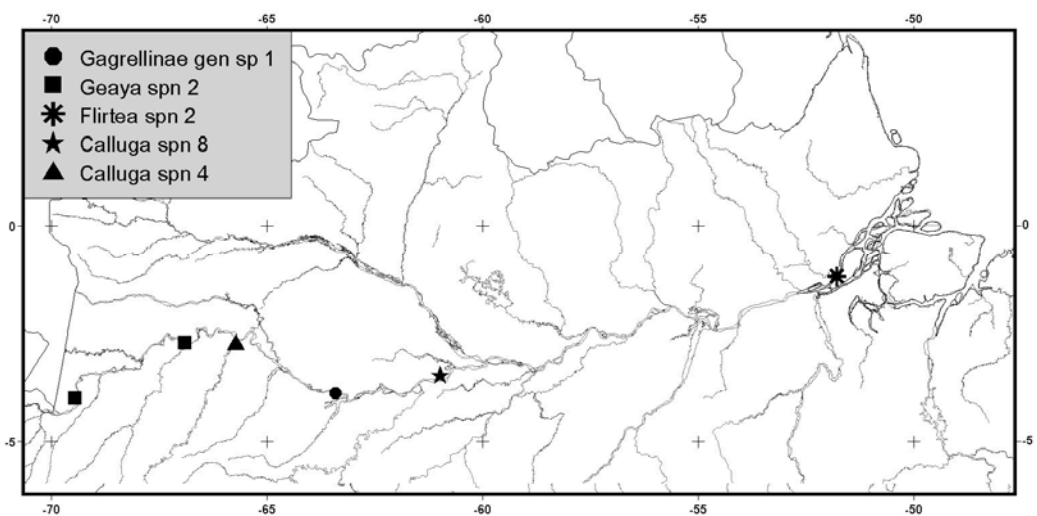


Figura 11

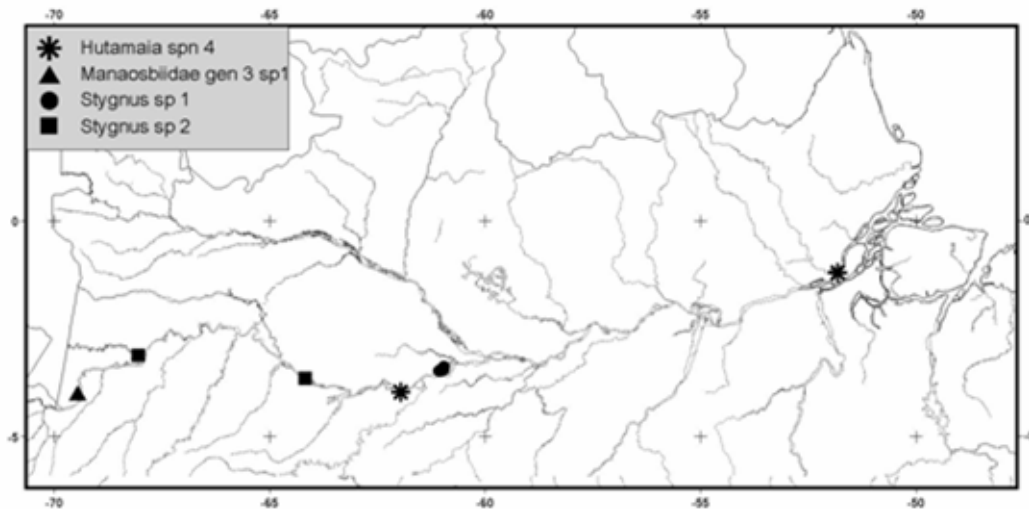


Figura 12

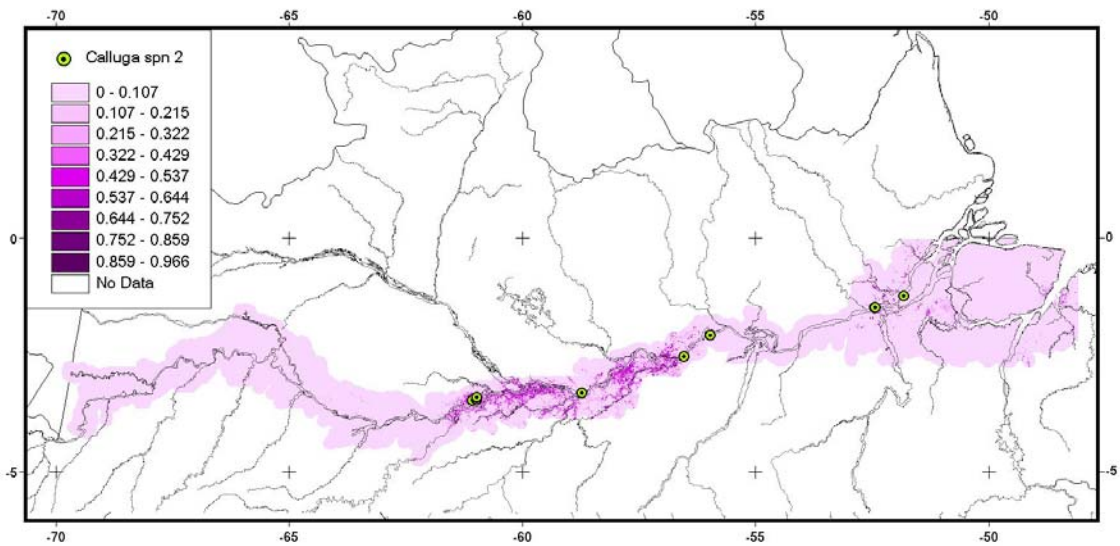


Figura 13

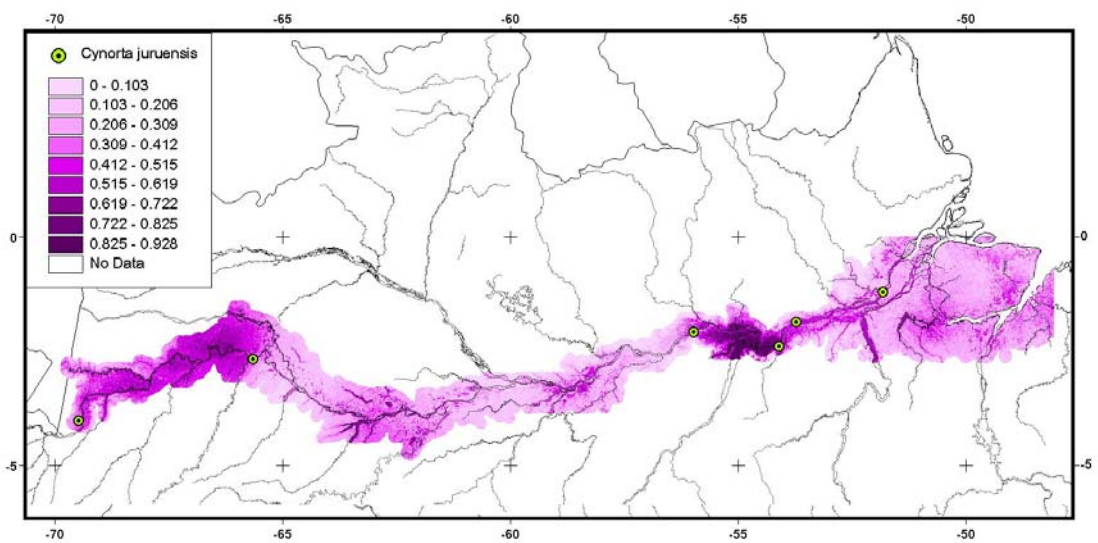


Figura 14

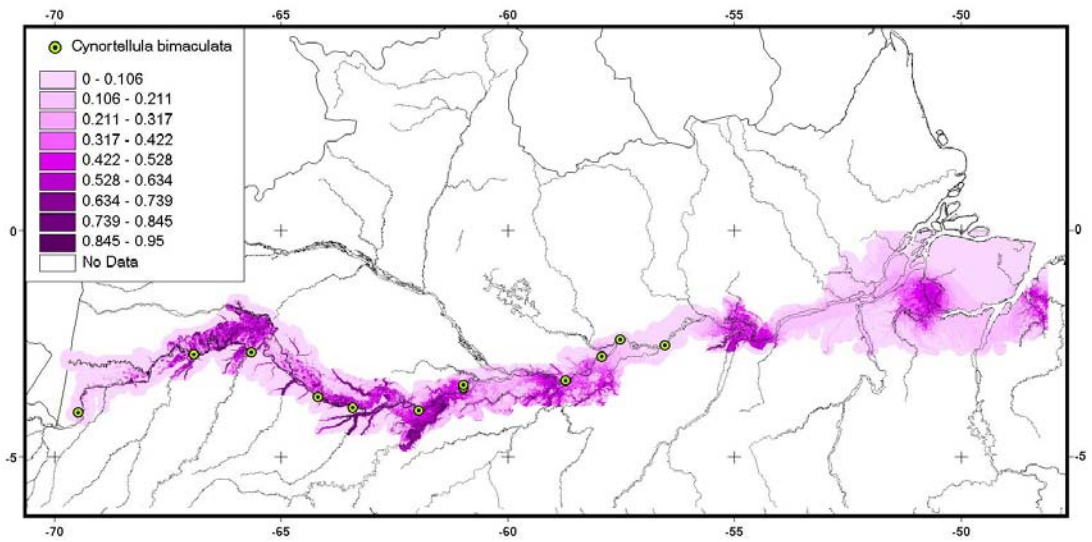


Figura 15

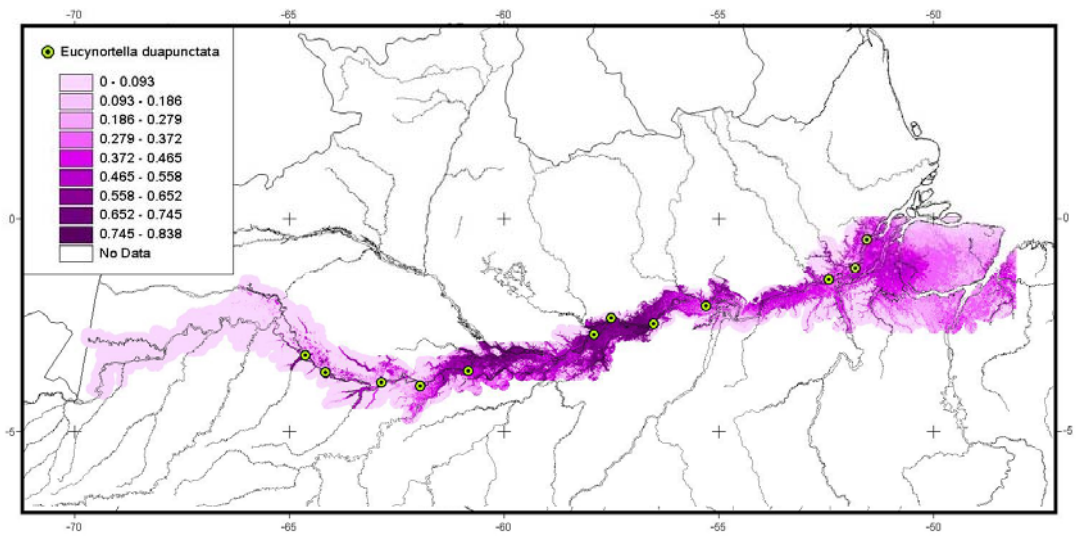


Figura 16

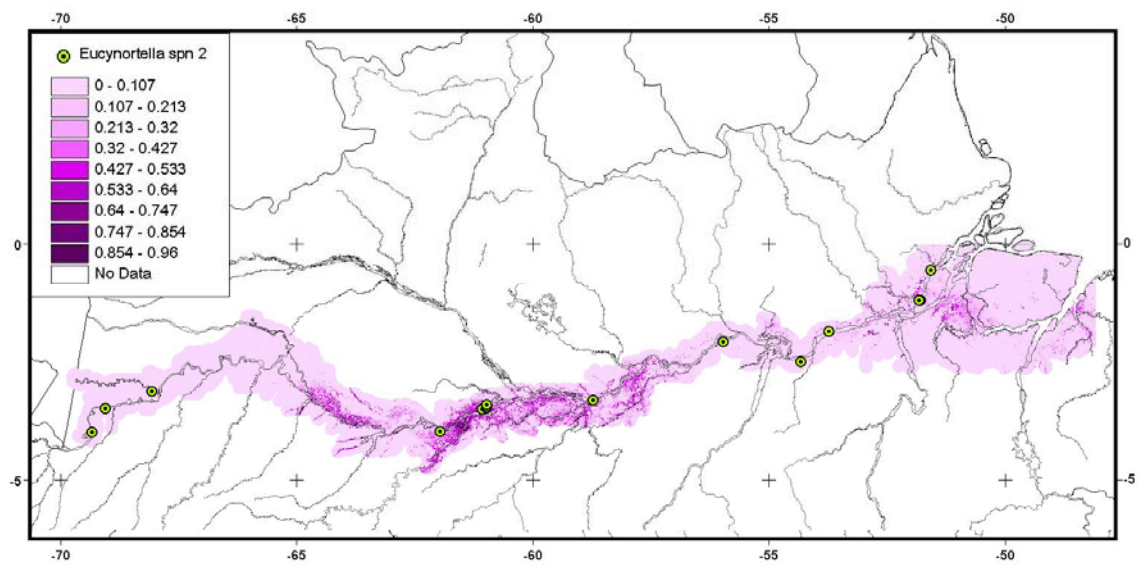


Figura 17

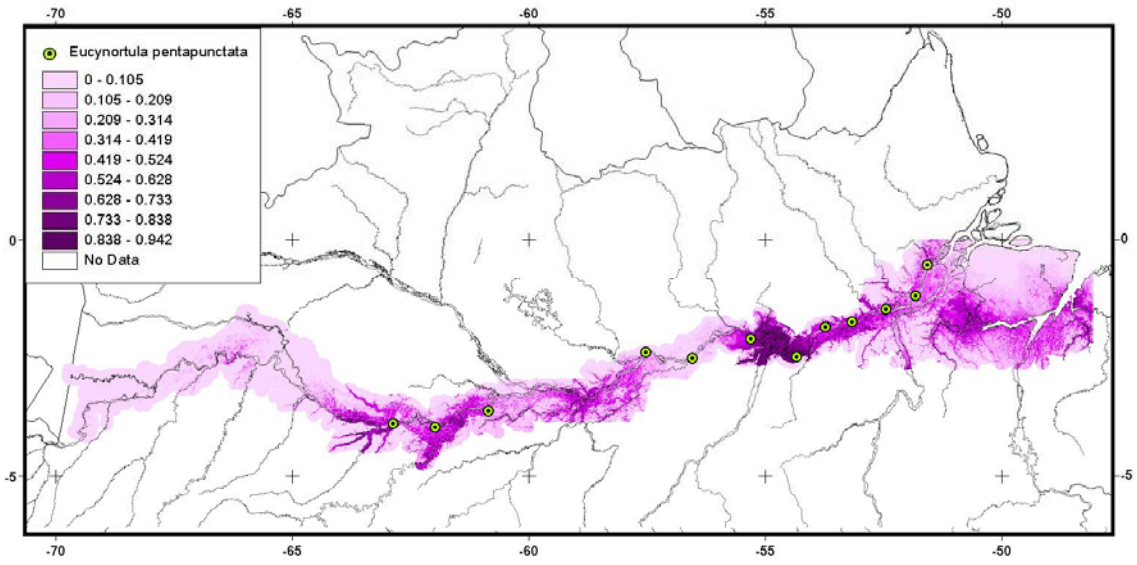


Figura 18

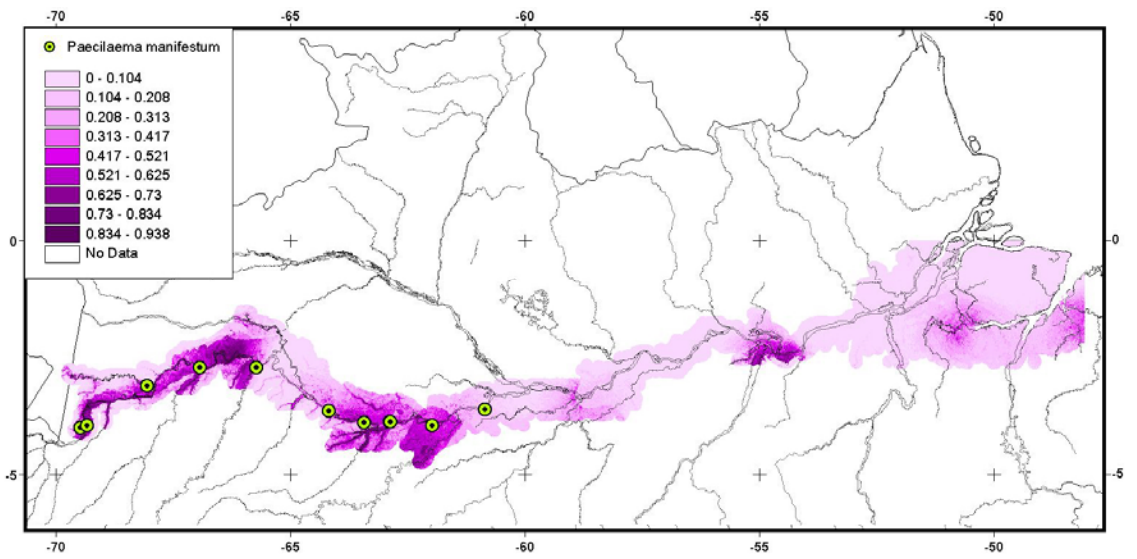


Figura 19

Espécies	Altitude	Jers	Temperatura anual	Temperatura 3 secos	Precipitação anual	Precipitação 3 secos
<i>Caluga</i> sp.n. 2	10.3%	30.4%	37.2%	1.8%	10.6%	9.6%
<i>C. juruensis</i>	27.1%	31.6%	27.1%	0.0%	1.3%	0.0%
<i>C. bimaculata</i>	48.5%	6.2%	0.6%	15.2%	13.0%	16.6%
<i>E. duapunctata</i>	37.1%	1.9%	0.0%	43.6%	6.4%	7.4%
<i>Eucynortella</i> sp.n. 2	8.3%	46.8%	17.2%	3.4%	13.7%	10.5%
<i>E. pentapunctata</i>	48.6%	5.1%	13.3%	1.5%	27.7%	3.8%
<i>P. manifestum</i>	29.8%	8.6%	1.5%	46.3%	8.9%	4.9%

Tabela 1

LEGENDAS DAS FIGURAS

Fig. 1 a e b – Gráfico de ordenação direta das 51 espécies em relação à longitude, fig. b. Mesmo gráfico com a matriz interpolada.

Fig. 2 a e b – a. gráfico de ordenação direta das espécies de Cosmetidae em relação à longitude com a matriz interpolada; b. gráfico de ordenação direta das espécies de *Caluga* e *Geaya* em relação à longitude com a matriz interpolada.

Fig 3-13 – Mapa de ocorrência de espécies de opiliões ao longo da várzea do rio Solimões-Amazonas, símbolos e nome das espécies acima, à esquerda.

Fig. 14. Mapa de probabilidade de ocorrência para *Caluga* sp.n. 2 gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Fig. 15. Mapa de probabilidade de ocorrência para *C. juruensis* gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Fig. 16. Mapa de probabilidade de ocorrência para *C. bimaculata* gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Fig. 17. Mapa de probabilidade de ocorrência para *E. duapunctata* gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Fig. 18. Mapa de probabilidade de ocorrência para *Eucynortella* sp.n. 2 gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Fig. 19. Mapa de probabilidade de ocorrência para *E. pentapunctata* gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Fig. 20. Mapa de probabilidade de ocorrência para *P. manifestum* gerado pelo Maxent com os pontos utilizados na análise.

Tabela 1. Contribuição das variáveis para a construção do modelo de probabilidades de cada uma das espécies em função das variáveis climáticas, de altitude e do stress hídrico.

5. CONCLUSÕES

1. A comunidade de opiliões da várzea do Solimões-Amazonas é composta por 34 espécies e um gênero ainda não descrito;
2. Há necessidade urgente de fortalecimento de coleções de referência na Amazônia para que seja possível alavancar o conhecimento da diversidade de opiliões no bioma;
3. Há um padrão de mudança morfológica gradual em espécies de opiliões em áreas de várzea, que acompanha um gradiente longitudinal;
4. A heterogeneidade da estrutura da paisagem na várzea afeta a composição e a riqueza de espécies distribuídas neste sistema;
5. Existem pelo menos duas zonas biogeográficas claras na várzea do Solimões-Amazonas marcadas pela confluência do rio Negro com o Amazonas,
6. A composição de espécies e a riqueza de opiliões ao longo da várzea respondem a mudanças estruturais em função do gradiente geográfico de longitude sobre a paisagem, refletindo mudanças geomorfológicas e na composição das águas dos rios que parecem afetar a paisagem deste ambiente. De modo que, o efeito da influência do gradiente geográfico sobre a paisagem local afetam a distribuição das espécies de opiliões na em ampla escala geográfica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, I. 1989. The Influence of fauna on soil structure. In J. D. Majer (Ed.). *Animals in Primary Succession, the Role of Fauna in Reclaimed Land*. Cambridge University Press, Cambridge.

ABBOTT, I., C. A PARKER, AND I. D. SILLS. 1979. Changes in the abundance of large soil animals and physical properties of soils following cultivation. *Australian Journal of Zoology*. 17: 343-53.

ABDI, H. 2003. Multivariate Analysis. In *Encyclopedia of Social Sciences Research Methods*, pp. 1-4. M. Lewis-Beck, A. Bryman, and T. Futing (Eds.). Thousand Oaks (CA): Sage.

ADIS, J. 1997. Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns. In W. J. Junk (Ed.). *The Central Amazon Floodplain. Ecology of a Pulsing System*, pp. 299-317. *Ecological Studies*, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.

ADIS, J. 2001. Amazonian Arthropods (terrestrial). In S. A Levin (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*, vol. 1, pp. 249-260. Academic Press, San Diego.

ADIS, J., AND W. JUNK. 2002. Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwat. Biol.* 47: 711-731.

ADIS, J., AND H. O. R SCHUBART. 1984. Ecological research on arthropods in Central Amazonian forest ecosystems with recommendations for studies procedures. In J. H. Cooley, and F. B. Golley (Eds). *Trends in Ecological Research for the 1980s*. NATO Conference Series, Series I: Ecology, Vol. 7, pp. 111-144. Plenum Press, New York.

ADAMS, J. 1984. The habitat and feeding ecology of woodland harvestmen (Opiliones) in England. *Oikos*. 42:361-370.

ALBERNAZ, A.L., M.P. MOREIRA, J. RAMOS, P.A. ASSUNÇÃO, & C.H. FANCISCON. no prelo. Contribuição ao Conhecimento da Distribuição de Árvores. In: Ana L. K. M. Albernaz. (Org.). Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (in press). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

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

BORGES, S. H., AND A. D. BRESCOVIT. 1996. Inventário preliminar da aracnofauna (Araneae) de duas localidades na Amazônia ocidental. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Zool.*, 12: 9-21.

BRAGAGNOLO, C., A. A. NOGUEIRA, R. PINTO-DA-ROCHA, AND R. PARDINI. no prelo. Harvestmen in an Atlantic Forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biological conservation*.

COHN-HAFT, A., L.N. NAKA & A.M. FERNANDES. No prelo. adrões de Distribuição da Avifauna da Várzea dos Rios Solimões e Amazonas. In: Ana L. K. M. Albernaz. (Org.). Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (in press). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

COLWELL, R. K., AND J. A. CODDINGTON. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions*. 345: 101-118.

CONDIT, R., N. PITMAN, E. G. LEIGH JR., J. CHAVE, J. TERBORGH, R. B. FOSTER, P. NUNEZ, V. S. AGUILAR, R. VALENCIA, G. VILLA, H. C. MULLER-

LANDAU, H. LOSOS, AND S. P. HUBBELL. 2002. Beta diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666-669.

CONNELL, J. H., AND M. J. KEOUGH. 1985. Disturbance and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata. In S. T. A. Pickett, and P.S. White (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*, pp. 12-151. Academic Press, New York.

CURTIS, D. J., AND G. MACHADO. 2007. Ecology. In R. Pinto-da-Rocha, G. Machado, and G. Giribet (Eds.). *Harvestmen: The Biology of Opiliones*, pp. 280-308. Harvard University Press, Cambridge.

DENNIS, P., M. R. YOUNG, AND C. BENTLEY. 2001. The Effects of Varied Grazing Management on Epigeal Spiders, Harvestmen and Pseudoscorpions of *Nardus Stricta* Grassland in Upland Scotland. *Agr. Ecosyst. Environ.* 86: 39-57.

ESRI. 1996. Arc View GIS. Redlands, CA, USA, Environmental Systems Research Institute.

FORSBERG, B.R. 2000. Estudo matriz para o Projeto "Manejo Sustentável dos Recursos Naturais da Várzea" - Relatório final. Manaus, 164 pp.

HÖFER, H. 1997. The spider communities. In W. JUNK (Ed.). *The central Amazonian floodplain: Ecology of a pulsing system*, pp. 372-384. *Ecological Studies*, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.

HUBBELL, S. P. 1995. Towards a Theory of Biodiversity and Biogeography on Continuous Landscapes. In: G.R. Carmichael, G.E. Folk & Schnoor (Ed.). *Preparing for Global Change: A Midwestern Perspective*. Pp. 171-199. Academic Publishing bv, Amsterdam, The Netherlands.

HUBBELL, S. P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press.

HUBBELL, S. P. 2002. Entrevista com S. P. Hubbell. Scientific American on-line. <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=000D401A-8D9D-1CDA-B4A8809EC588EEDF&sc=I100322>.

JENNINGS, A.L 1983. Biogeographical variation in the harvestman *Mitopus morio* (Opiliones: Arachnida). *Journal of Zoology* 200: 367-380.

JONES, M. M., H. TUOMISTO, D. B. CLARK, AND P. OLIVAS. 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *Journal of Tropical ecology. Ecol.* 94: 181-195.

JUNK, W. J., P. B BAYLEY, AND R. E. SPARKS. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In D. P. Dodge (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*, Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110–127.

KING, K. L., AND K. HUTCHINSON. 1983. The effect of sheep grazing on invertebrate numbers and biomass in unfertilized natural pasture of the New England Tablelands (NSW). *Aust. J. Ecol.* 8: 245-255

Komposch, C., & J. Gruber. 1999. vertical distribution of harvestmen in Estearn Alps (Arachnida: Opiliones). *Bulletin of the British Arachnological Society.* 11:131-135.

LARGE, A. R. G., AND G. E. PETTS. 1996. Rehabilitation of river margins. In: G. Petts, and P. Calow (Eds.). *River restoration*, pp. 401-418. Blackwell Science Ltd, Oxford.

MAGNUSSON, W. E., AND G. MOURÃO. 2003. *Estatística sem Matemática*. Editora Planta, Londrina. 126p.

MAJER, J. D. 1989. *Animals in Primary Succession: the Role of Fauna in Reclaimed Land*, Cambridge University Press, Cambridge

MANLY, B. F. J. 1997. RT – A program for randomization testing, version 2.1. Center for Applications of Statistics and Mathematics, University of Otago. USA.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., AND M. A. L. FONTES. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and influence of climate. *Biotropica*, 32: 793-810.

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

RAIZER, J., AND M. E. A. AMARAL. 2001. Does the structural complexity of aquatic macrophytes explain the diversity of associated spider assemblages. *J. Arachnol.* 29: 227–237.

RICKLEFS, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns on biodiversity. *Ecology Letters* 7: 1-15.

RICKLEFS, R. E., AND I. J. LOVETTE. 1999. The roles of island area per se and habitat diversity in the species-area relationship of four Lesser Antillean faunal groups. *Journal of Animal Ecology*. 68: 1142-1160.

ROBINSON, D., AND B. J. TRAILL. 1996. Conserving woodland birds in the wheat and sheep belts of Southern Australia. *Wingspan*. 6: 1-15.

ROSSETTI, D. F., P. M. TOLEDO, AND A. M. GÓES. 2005. New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. *Quaternary Research*. 63: 78–89.

RUOKOLAINEN, K., AND H. TUOMISTO. 2002. Beta-diversity in tropical forests. *Science*, 297: 1439.

TOCKNER, K., R. MALARD, AND J. V. WARD. 2000. An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Processes* 14: 2861-2883.

TUOMISTO, H., K. H. TUOMISTO, RUOKOLAINEN, AND M. YLI-HALLA. 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian forests. *Science* 299: 241- 244.

VENTICINQUE, E. M., F. N. A. A. REGO, A. D. BRESCOVIT, C. A. RHEIMS, AND G. R. S. RUIZ. no prelo. A Araneofauna das Várzeas do Ro Amazonas: Padrões de Distribuição e Estado do Conhecimento Atual. In: Ana L. K. M. Albernaz. (Org.). Bases Científicas para a Conservação da Várzea: Identificação e Caracterização de Regiões Biogeográficas e Indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (in press). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

ZUQUIM, G. P. S. 2007. Diversidade Beta da Comunidade de Pteridófitas de Florestas de Terra Firme na Amazônia Central. Unpublished MSc Dissertation, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, 52pp.