

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPGBTRN

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COLEÓPTEROS AQUÁTICOS EM
POÇAS TEMPORÁRIAS RIPÁRIAS EM UMA FLORESTA DE TERRA
FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL**

VALÉRIA ARAÚJO BRAULE PINTO

Manaus - AM

Março/2008

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPGBTRN

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COLEÓPTEROS AQUÁTICOS EM
POÇAS TEMPORÁRIAS RIPÁRIAS EM UMA FLORESTA DE TERRA
FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL**

VALÉRIA ARAÚJO BRAULE PINTO

Orientador: CLAUDIO RUY VASCONCELOS DA FONSECA

Co-orientadora: ALBERTINA PIMENTEL LIMA

Dissertação 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 mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia.

Fontes Financiadoras: INPA PPI 0559, CNPq (processo: 471453/03-0); PPBio

Manaus - AM

Março/2008

P659

Pinto, Valéria Araújo Braule

Distribuição espacial de coleópteros aquáticos de poças temporárias ripárias em uma floresta de terra firme na Amazônia Central / Valéria Araújo Braule

Pinto .--- Manaus : [s.n.], 2009.

41f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2009

Orientador : Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca

Área de concentração : Entomologia

1. Coleópteros aquáticos. 2. Entomologia – Amazônia. 3. Insetos aquáticos. 4. Poças ripárias. I. Título.

CDD 19. ed. 595.76

Sinopse:

Os fatores que influenciam a distribuição espacial de coleópteros aquáticos em poças temporárias ripárias foram estudados em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. A coleta de dados abióticos e bióticos foi realizada em 135 poças, distribuídas em 31 parcelas. Diferentes fatores ambientais contribuíram para a distribuição das espécies de coleópteros aquáticos na Reserva Florestal Adolpho Ducke.

Palavras chave: poças temporárias, zonas ripárias, fatores bióticos, fatores abióticos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as coisas, pelo o que sou;

Aos meus orientadores, Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca e Albertina Pimentel Lima, pela orientação, incentivo, credibilidade e amizade;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, pelo apoio logístico;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Dr. Nelson Ferreira Jr., Rafael Benzi Braga e Bruno Clarkson Mattos pela amizade, conhecimento e ajuda na identificação do material, que foi imprescindível para a realização deste trabalho;

As pessoas que me deram força, incentivo e a amizade no campo Marcelo de Moraes Lima, Zé, Seu Zé e Seu Ayres;

Aos revisores deste trabalho Neusa Hamada, João César Benneti, Kelly B. Miller, Alaíde Gessner, Helena Cabette, Ruth Leila Ferreira Keppler.

Aos Dr. Anders N. Nilsson, Dr. Winfield Fairchild, MSc. Yoandri Megna, pelas referências cedidas, atenção e sugestões enviadas para o entendimento deste trabalho.

À Luciana Erdtmann e Dr. Toby Barret pela correção da versão em inglês;

Aos colegas do laboratório de Sistemática de Coleoptera Márcio Luís Leitão Barbosa, Fernando B. Pinto Gouveia, Hector Gasca A. e Lady Cristina, pela amizade e companheirismo;

Aos amigos do INPA, Marcelo Lima, Elias Santos, Walter Santos, Hector Gasca, Márcio Barbosa, Viviane Santos, Sharlene Roberta, Caroline Dantas, Ulisses Neiss, Ricardo Scherer, Jorge Luiz, por todos os bons momentos que passamos ao longo desses anos;

Às minhas amigas Mariana Botelho Serrano, Viviane Santos e Sharlene Roberta por todos os momentos, bons e difíceis que passamos juntas, pelo amor, carinho, pelas horas de conversa, apoio e compreensão;

Às amigas do meu coração Marília Garcia dos Santos e Aletheya Benacon Mascarenhas, por todo amor e carinho, que mesmo com a distância, permanece;

A Domingos de Jesus Rodrigues, pelo amor, carinho, compreensão e apoio, antes, durante e depois da realização deste trabalho.

*“Se sua coragem lhe faltar
use além da sua coragem”*
E.Dickinson

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivo Geral	4
2.1 Objetivos específicos	4
3. Material e Métodos	5
3.1 Área de Estudo	5
3.2 Desenho amostral	7
3.3 Medidas dos fatores ambientais da parcela.....	8
3.4 Medidas e características físicas e químicas das poças	8
3.5 Coleta e identificação dos coleópteros aquáticos	9
3.6 Análise dos dados	9
4. Resultados.....	10
4.1 Características ambientais das parcelas	10
4.2 A riqueza de coleópteros aquáticos	11
4.3 Efeito das bacias e micro-bacias de drenagem sobre o número de espécies	13
4.4 Efeito da estrutura do ambiente sobre a abundância das cinco espécies mais comuns de coleópteros aquáticos	14
4.5 Características ambientais das poças	16
5. Discussão	20
6. Conclusão	23
7. Referências	24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Número de poças (N poças) e variáveis ambientais (Largura média do igarapé = LMI; área média do Baixo = Área; abertura média do dossel = Dossel) que caracterizam cada bacia de drenagem. (Méd= Média; Ext= Extensão; EP= Erro padrão). 10
- Tabela 2. Características das micro-bacias de drenagem, representadas pela média e pelo desvio padrão. N poças = Número de poças e variáveis ambientais (Largura média do igarapé = LMI; área média do Baixo = Área; abertura média do dossel = Dossel). Os números entre parênteses representam a amplitude dos dados..... 11
- Tabela 3. Espécies e número de indivíduos coletados nas bacias e micro-bacias de drenagem na RFAD. PA=Número de parcela onde cada espécie ocorreu; OC % = porcentagem de ocorrência nas parcelas. 15
- Tabela 4. Variáveis ambientais da poça separadas por micro-bacias. Potencial hidrogeniônico (pH), condutividade (Condut. $\mu\delta/\text{cm}^3$), distância da poça ao igarapé (DISPI) medida em m, hidroperíodo medido em meses, cobertura vegetal e área da poça medida em m^2 16

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Estado do Amazonas, com a localização da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), na porção norte da cidade de Manaus, AM. (Fonte: Miranda e Coutinho, 2004. Brasil visto do espaço. Campinas: Embrapa, Monitoramento por Satélite. Disponível em <http://www.cdbrasil.cnpem.br>.....5
- Figura 2. Relevo e Hidrografia da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), Manaus - AM, (modificado de Ribeiro et al., 1999).....6
- Figura 3. Locais de coleta nas duas bacias de drenagem da RFAD. Os círculos representam as cinco micro-bacias de drenagem e os pontos representam as parcelas de amostragem em cada micro-bacia. Os números próximos de cada ponto representam o número de poças que foram amostradas em cada parcela. (Modificado de Ribeiro et al., 1999)..7
- Figura 4. Relação entre o número de espécies de coleópteros aquáticos por parcela com a área do baixio na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. 12
- Figura 5. Diferença do número de espécies entre as bacias de drenagem Leste (L) e Oeste (O), na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. 13
- Figura 6. Relação entre a abundância de *Hydaticus* sp. e a condutividade elétrica (log) da água das poças temporárias na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. 18
- Figura 7. Relação entre a abundância de *Hydaticus* sp. e o pH (log) da água das poças temporárias na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas..... 19

RESUMO

Distribuição espacial de coleópteros aquáticos em poças temporárias ripárias em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.

Poças temporárias são ambientes aquáticos que passam periodicamente por uma fase de seca. São habitadas por diversos táxons, em especial, por coleópteros aquáticos. Estudos mostram que fatores ambientais, bem como as variações nas características físico-químicas da água e estruturais da poça podem influenciar na distribuição de organismos que utilizam poças temporárias como hábitat. Neste estudo, foram avaliados os efeitos da estrutura do ambiente (número de poças, largura do igarapé, área do baixio e abertura de dossel) e das características físico-químicas das poças (área da poça, cobertura vegetal, distância da poça ao igarapé, hidroperíodo, pH e condutividade) sobre o número de espécies de coleópteros aquáticos e sobre a abundância de *Cybister* sp., *Hydaticus* sp., *Hydrobiomorpha* sp., *Tropisternus* sp. e *Helochares* sp. assim como o efeito de bacias de drenagem sobre o número de espécies. O número de espécies ($P= 0,033$, $R^2= 0,323$) e a abundância de *Cybister* sp. ($P= 0,039$); de *Hydaticus* sp. ($P= 0,017$); *Hydrobiomorpha* sp. ($P= 0,046$) e *Helochares* sp. ($P= 0,041$), foram relacionados positivamente com a área do baixio. A abundância de *Helochares* sp. foi relacionada negativamente com abertura de dossel ($P= 0,046$). Houve diferença significativa no número de espécies entre as bacias de drenagem ($F_{1,26}= 25,345$, $P< 0,001$). A abundância das espécies de *Hydaticus* sp. ($P= 0,001$, $R^2= 0,565$) e *Hydrobiomorpha* sp. ($P= 0,018$), foram relacionadas positivamente com a condutividade. A abundância das espécies de *Hydaticus* sp. ($P= 0,005$, $R^2= 0,056$) teve uma relação negativa com o pH. Dada ausência de estudos em poças temporárias de zonas ripárias de Floresta Tropical a comparação se dá com os estudos de poças permanentes ou temporárias de zonas temperadas, que são bastante diferentes tanto na estrutura quanto nas variações das características físico-químicas da água. Os dados apresentados mostram que as espécies de coleópteros aquáticos na Reserva Florestal Adolpho Ducke, são afetadas pelos fatores ambientais e pela clara diferença entre as bacias da Reserva. Além disso, as diferenças biológicas entre os grupos mostram que a estrutura do ambiente e as condições físicas e químicas exercem papel fundamental na distribuição espacial destes organismos evidenciando a importância deste estudo nas iniciativas de conservação e manejo das espécies de ambientes temporários na região tropical.

ABSTRACT

Spatial distribution of water beetles in riparian temporary ponds in a “terra firme” forest in Central Amazonia

Temporary ponds are aquatic habitats that pass periodically a dry phase. They are inhabited for several taxa, especially water beetles. Studies show that environmental factors and variations in physicochemical characteristics of water can influence the distribution of organisms that use temporary ponds. In this study, the effect of habitat structural features (number of ponds, stream width, floodplain area, canopy cover) and physicochemical characteristics (pond area, vegetation area, distance of pond from stream, hydroperiod, pH, conductivity) were evaluated in relation to the number of species of water beetles and abundance of *Cybister* sp., *Hydaticus* sp., *Hydrobiomorpha* sp., *Tropisternus* sp. and *Helochares* sp. The effects of drainage basin were evaluated in species number. The number of species ($P=0,033$, $R^2= 0,323$) and abundance of *Cybister* sp. ($P= 0,039$), *Hydaticus* sp. ($P= 0,017$), *Hydrobiomorpha* sp. ($P= 0,046$) and *Helochares* sp. ($P= 0,041$), were positively related to floodplain area. There was a significant difference in number of species between the drainage basis ($F_{1,26}= 25,345$, $P< 0,001$). The abundance of *Hydrobiomorpha* sp. ($P= 0,018$) and *Hydaticus* sp. was positively related to conductivity ($P= 0,001$, $R^2= 0,565$). The abundance of *Hydaticus* sp. was negatively related with the pH ($P= 0,005$, $R^2= 0,056$). In view of the lack of studies in riparian temporary ponds in Tropical Forest, the results are compared with the studies of permanent or temporary puddles of Temperate zones, which are quite different both in structure and in variations of the physicochemical characteristics of water. The data presented show that the species of water beetles in Reserva Florestal Adolpho Ducke, are affected by environmental factors and evidential differ between drainy basis in RFAD. Moreover, the biological differences among groups show that the environment structure and the physicochemical conditions exercise a key role in the spatial distribution of these organisms, highlighting the importance of this study in the initiatives for the conservation and management of species of temporary environments in the Tropical region.

Distribuição espacial de coleópteros aquáticos em poças temporárias ripárias em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.

1. Introdução

Ambientes aquáticos temporários são aqueles que passam periodicamente por uma fase seca, que geralmente duram de três a oito meses (Collinson *et al.*, 1995). Esses ambientes são altamente variados, amplamente distribuídos ao redor do mundo e podem possuir composições de espécies distintas de ambientes permanentes (Williams, 2006). A importância destes ambientes, principalmente poças temporárias, na contribuição da biodiversidade aquática é crescente na Europa (Céréghino *et al.*, 2008) principalmente, devido à grande diversidade de táxons que utilizam esses habitats (Fairchild *et al.*, 2000). Além disso, poças estão sendo sugeridas como sistemas de modelos poderosos para estudos ecológicos e de biologia da conservação, podendo ser usado como um sistema de informação paralelo no monitoramento de mudanças globais e biodiversidade (Céréghino *et al.*, 2008).

Estudos realizados com o tamanho da área da poça (Ribera, 2000), abertura de dossel, profundidade do substrato (Batzer *et al.*, 2004), características físico-químicas da água (Eyre *et al.*, 1990; Juliano, 1991; Foster 1995; Batzer *et al.*, 2004), mudanças climáticas (Eyre *et al.*, 1993), distância das poças em relação ao igarapé (Jeffries, 1994; 2003), duração da fase de inundação da poça pelo igarapé (Eyre *et al.*, 1993; Jeffries, 1994) e variação no hidroperíodo da poça (Fairchild *et al.*, 2000; Lundkvist *et al.*, 2001; Urban, 2004; Sanderson *et al.*, 2005), mostraram que esses fatores são conhecidos por influenciarem a distribuição de espécies de macro-invertebrados em regiões de clima temperado (Williams, 2006).

Fatores bióticos, como a estrutura do habitat (Timms & Hammer, 1988; Lillie, 1991; Nilsson & Söderberger, 1996), vegetação circundante (Fairchild *et al.*, 2003; Rubbo *et al.*, 2006) a abundância e a presença de diferentes tipos de predadores (Hanson & Riggs, 1995; Fairchild *et al.*, 1999; 2000), foram relacionados com a permanência de espécies de girinos em ambientes aquáticos (Hero *et al.*, 2001; Rubbo *et al.*, 2006). Fairchild *et al.* (2000) sugeriram que a presença de peixes está fortemente relacionada com a estrutura de comunidade de besouros de poças em ambiente temperado. Em poças com presença de peixes, a biomassa e o tamanho corporal dos besouros foram menores que em poças sem

peixes. Entretanto, em poças sem peixes, predadores invertebrados, como Odonata ou Belostomatidae, atuam como predadores de topo (Spencer *et al.*, 1999).

A perspectiva atual sobre os fatores que influenciam os padrões de distribuição de espécies em diferentes escalas engloba tanto processos ecológicos e evolutivos quanto características geográficas (Ricklefs, 1987; Williams & Hamm, 2002). Esses processos juntamente com os fatores bióticos, funcionam como um filtro no ambiente, restringindo as espécies em determinados locais (Belyea & Lancaster, 1999). Eventos históricos, como diferenças de relevo, formação de bacia de drenagem, tamanho da zona ripária, também podem influenciar a distribuição das espécies (Costa *et al.*, 2005; Mendonça *et al.*, 2005; Drucker *et al.*, 2008).

Em algumas regiões da Amazônia Central, poças temporárias em zonas ripárias de floresta tropical não perturbada são mais abundantes que as isoladas (Rodrigues, 2006), havendo uma grande variação no número de poças dentro de uma área relativamente pequena (Pazin *et al.*, 2006). Portanto, a avaliação dos efeitos de fatores ambientais sobre a distribuição das espécies dependentes destes ambientes parece ser mais adequada do que estudos em poças isoladas e distantes de igarapés, as quais são menos abundantes na região (Rodrigues, 2006). As poças temporárias em zonas ripárias dependem do ciclo hidrológico local, do pulso de inundação do igarapé e do acúmulo de liteira (Drucker *et al.*, 2008), podendo muitas espécies ser carreadas pelas águas, influenciando sua distribuição. Mecanismos como colonização e emigração tanto de coleópteros aquáticos como de seus predadores passam a ser muito importante para a sobrevivência das espécies que enfrentam os ciclos de perturbações hidrológicas desses corpos d'água (Fernando, 1958; Williams, 2006).

A maioria dos estudos ecológicos para coleópteros de países de clima temperado foram realizados em poças ou riachos de áreas abertas (Bazzanti *et al.*, 1996; Williams, 2006). Na região Neotropical, principalmente na Amazônia, os principais trabalhos sobre coleópteros aquáticos foram restritos à identificação de espécies (Ochs, 1953, 1958, 1960, 1962, 1963, 1964, 1965a, 1965b, 1967; Spangler, 1966, 1967, 1971, 1981a, 1981b, 1985; Young, 1970, 1974, 1980, 1981, 1985, 1986, 1995, 1993; Tremouilles, 1996; Ferreira-Jr *et al.*, 1998; Benetti, 2001; Fernandez & Fonseca 2001; Miller, 2001a, 2001b). Na Amazônia Central, os trabalhos sobre levantamento da fauna foram realizados em igarapés, lagos, igapós ou várzeas (Benetti *et al.*, 1998; Benetti & Hamada, 2003). Entretanto, as informações sobre fatores ambientais afetando a distribuição de besouros aquáticos na Amazônia Central são raras

(Fidelis, 2008; Benetti & Hamada, 2003), principalmente, em poças temporárias próximas de igarapés dentro de floresta não perturbada.

Estudos avaliando os efeitos de duas bacias de drenagem sobre a composição de espécies foram realizados na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD). Tais, estudos concluíram que havia uma fauna distinta de peixes nos igarapés entre as bacias de drenagem (Mendonça *et al.*, 2005), assim como as assembléias de arbustos de sub-bosques do gênero *Psychotria* (Kinupp & Magnusson, 2005), e plantas herbáceas (Costa *et al.*, 2005). Entretanto, para peixes de poças temporárias não foi detectado a influência das bacias de drenagens sobre a composição de espécies (Pazin *et al.*, 2006). Isto mostra que a abundância e a composição de espécies podem ser influenciadas pelo ambiente, sendo importante na decisão de propostas para a seleção de áreas de conservação (ver Mendonça *et al.*, 2005 ou Pazin *et al.*, 2006). Apesar da dispersão dos besouros aquáticos ser difícil de estudar diretamente (Bilton *et al.*, 2001) a diferença na abundância de espécies entre as duas bacias pode indicar efeitos de fatores ambientais.

No presente estudo, foi avaliado se fatores bióticos e abióticos influenciam a riqueza e densidade de alguns coleópteros aquáticos em poças temporárias ripárias na Amazônia Central.

2. Objetivo Geral

Avaliar os efeitos de fatores bióticos e abióticos sobre as espécies de besouros aquáticos de poças temporárias ripárias em floresta não perturbada na Amazônia Central.

2.1 Objetivos específicos

- Testar os efeitos da estrutura do ambiente (abertura de dossel, número de poças, largura do igarapé e área da parcela) sobre o número das espécies de besouros aquáticos;

- Testar os efeitos da estrutura do ambiente (abertura de dossel, número de poças, largura do igarapé e área da parcela) sobre as cinco espécies mais abundantes de coleópteros aquáticos.

- Avaliar se há diferença no número de espécies de coleópteros aquáticos de poças temporárias entre as bacias e micro-bacias de drenagem;

- Testar o efeito das características físicas e físico-químicas das poças, tais como pH, condutividade elétrica da água, área da poça, distância da poça ao igarapé e cobertura vegetal sobre as cinco espécies mais abundantes de coleópteros aquáticos.

3. Material e Métodos

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), 02°55'S, 59°59'W, localizada na periferia da cidade de Manaus, no Estado do Amazonas (Figura 1). A reserva pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e compreende uma área de 10.000 ha de floresta com baixa interferência humana. A RFAD está inserida no Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD-Brasil) e no Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBIO/INPA-MCT), sendo estruturada em parcelas permanentes terrestres, aquáticas e ripárias para estudos de longa duração. A floresta não é inundada pela cheia dos rios e, portanto, é classificada como tropical úmida de terra firme (Guillaumet, 1987). O clima da região é equatorial úmido, com a temperatura média de 26,7° C e a precipitação total anual média de 2.362 mm, sendo a ocorrência da estação chuvosa no período de novembro a maio e o período de estiagem entre junho e setembro (Marques Filho *et al.*, 1981).

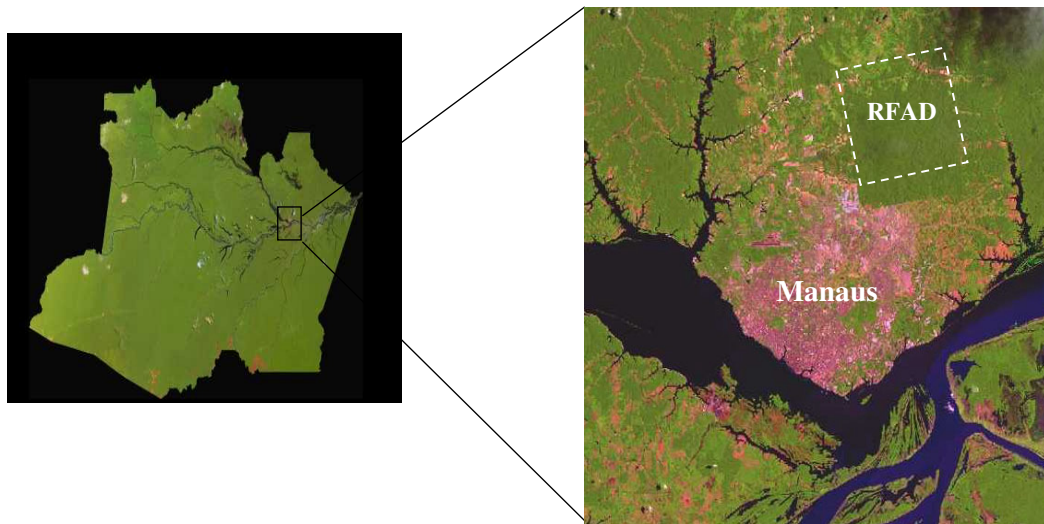


Figura 1. Estado do Amazonas, com a localização da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), na porção norte da cidade de Manaus, AM. (Fonte: Miranda e Coutinho, 2004. Brasil visto do espaço. Campinas: Embrapa, Monitoramento por Satélite. Disponível em <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>).

A RFAD é dividida por um platô central cujos solos são argilosos (latossolo amarelo) e nas partes baixas – baixios – os solos são arenosos (podzóis e areias quartzosas). O relevo é ondulado, com uma variação altitudinal de 80 m entre os platôs e os baixios. Formada por duas bacias hidrográficas, uma na parte oeste, constituída por uma rede de igarapés que deságuam no Rio Negro (água preta) e outra na parte leste cuja bacia é formada por igarapés que drenam para o Rio Amazonas (água clara) (Ribeiro *et al.*, 1999). As duas bacias hidrográficas são compostas por cinco micro-bacias formadas pelos igarapés principais: Barro Branco, Acará e Bolívia, na parte oeste, e Tinga, Uberê e Ipiranga, na parte leste (Figura 2). As poças temporárias são formadas nos baixios por inundação lateral do igarapé e água das chuvas e podem durar poucos dias ou vários meses (Hodnett *et al.*, 1997; Pazin *et al.*, 2006; Rodrigues, 2006).

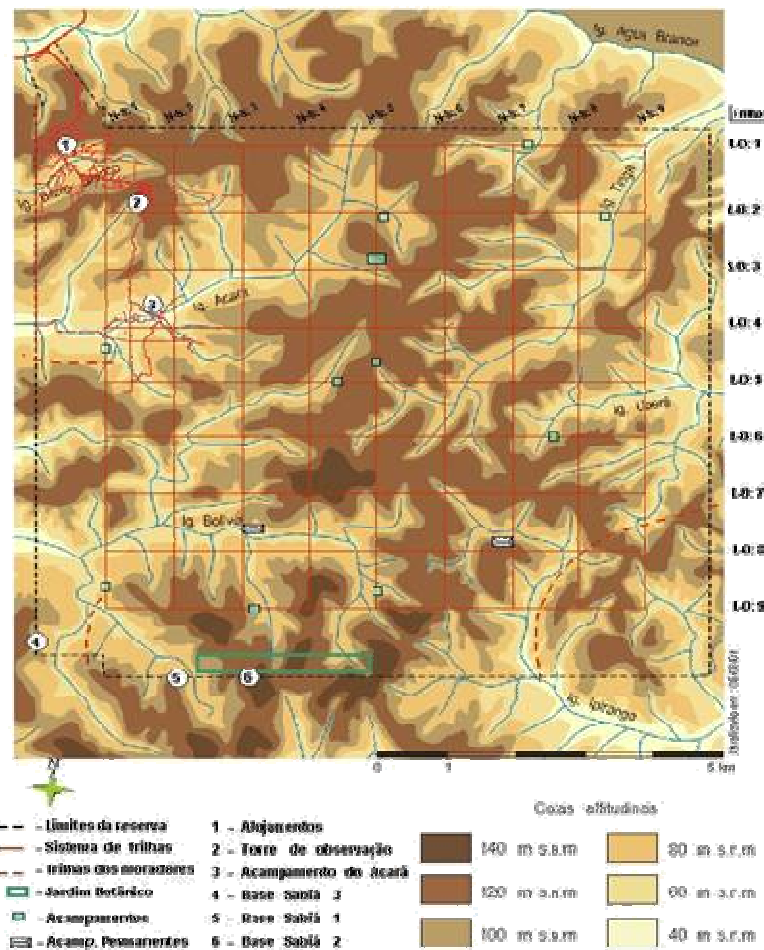


Figura 2. Relevo e Hidrografia da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), Manaus - AM, (modificado de Ribeiro *et al.*, 1999).

3.2 Desenho amostral

Foram amostradas 31 parcelas, em 30 igarapés, sendo 16 parcelas na bacia de drenagem oeste e 15 na bacia leste (Figura 3). Para cada parcela foram utilizados trechos de 50 metros de comprimento ao longo do leito do igarapé. As parcelas não tiveram largura fixa, devido à forma irregular do baixio (Pazin *et al.*, 2006; Rodrigues, 2006).

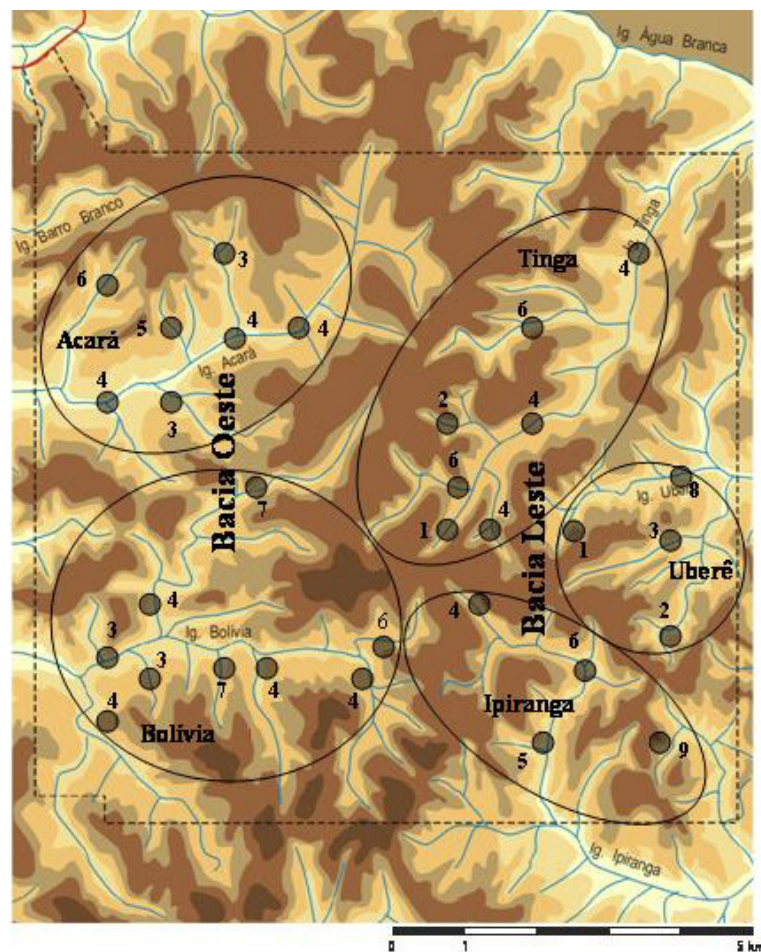


Figura 3. Locais de coleta nas duas bacias de drenagem da RFAD. Os círculos representam as cinco micro-bacias de drenagem e os pontos representam as parcelas de amostragem em cada micro-bacia. Os números próximos de cada ponto representam o número de poças que foram amostradas em cada parcela. (Modificado de Ribeiro *et al.*, 1999).

3.3 Medidas dos fatores ambientais da parcela

A abertura média do dossel sobre a parcela foi determinada usando um Esferodensiómetro (Robert & Lemmon. Forest Densimeter, model C, Bartlesville, U.S.A.). A parcela foi dividida em quatro quadrantes e no centro de cada um destes, foram realizadas quatro medidas no sentido Norte - Sul e Leste - Oeste. Os valores foram somados e a média foi utilizada para representar a abertura de dossel.

Dentro das parcelas as poças foram quantificadas. A largura do igarapé foi obtida com o auxílio de uma trena, por meio de quatro medidas equidistantes. A média dessas medidas foi utilizada para representar a largura do igarapé. A área da parcela (baixio) foi determinada por meio de quatro medidas equidistantes (com trena), atingindo toda a largura do baixio (zona ripária sujeita a inundação). A média do somatório dessas medidas foi multiplicada pelo comprimento da parcela (50m), conforme Pazin *et al.* (2006) e Rodrigues (2006).

3.4 Medidas e características físicas e químicas das poças

As medidas de distância da poça ao igarapé (parte central da poça até o início do igarapé) foram feitas com utilização de trena. A área da poça e a área da vegetação foram medidas com uma rede de nylon, com quadrantes de 144 cm^2 , que foi estendida sobre a poça. Os quadrantes foram contados e multiplicados pela área de cada quadrante para se estimar o tamanho da área (m^2) da poça e da vegetação (m^2).

A profundidade média da coluna d'água, da camada de folhço e profundidade média da poça foram medidas com régua graduada (precisão de 0,1 cm). A profundidade da água foi medida da superfície até o início da camada de folhço seguindo recomendações de Hero (1991), Pazin *et al.* (2006) e Rodrigues (2006). A profundidade do folhço foi medida do início da camada de folhço até o substrato de fundo. Esta medida foi utilizada para representar a complexidade do habitat. A profundidade média total da poça foi o somatório de ambas. O tempo de permanência de água na poça foi considerado como um índice de hidroperíodo (meses).

O potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}/\text{cm}^3$) de cada poça foram determinados com um potenciômetro/condutivímetro portátil (Aqua-Check Tm Water Analyzer Operator, O I. Analytical). Estas medidas foram realizadas em quatro pontos equidistantes no maior comprimento das poças.

3.5 Coleta e identificação dos coleópteros aquáticos

Foram realizadas quatro coletas em cada poça no período de fevereiro de 2006 a maio de 2007. Os indivíduos foram coletados com a utilização de peneira e puçá com malha de 1mm de abertura, fazendo varredura em toda a extensão da poça (Benetti & Hamada, 2003), inclusive entre o folhiço e substrato de fundo no período diurno. O tempo de coleta em cada poça variou de 20 a 60 minutos, conforme o tamanho da poça. Durante a coleta, os organismos encontrados foram contados e acondicionados em sacos plásticos, contendo álcool a 70%. Os coleópteros foram identificados no Laboratório de Zoologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e no Laboratório de Sistemática de Coleópteros do INPA, com o auxílio de chaves de identificação de Benetti *et al.*, 2003 e Santos, 2003 e confirmação do Dr. Nelsson Ferreira-Jr. (UFRJ). Os espécimes testemunhos foram depositados na Coleção de Invertebrados do INPA.

3.6 Análise dos dados

Para avaliar a influência dos fatores ambientais das parcelas sobre o número de espécies e densidade das cinco espécies mais comuns, foi realizada análise de regressões múltiplas, utilizando modelos semelhantes aos descritos abaixo.

Modelo: Número de espécies / parcela = constante + fatores ambientais da parcela (largura do igarapé (lg LI) + número de poças (Np) + abertura de dossel (lg D) + área do baixo (Ab).

Os fatores estruturais e ambientais da poça como abertura de dossel (D), largura do igarapé (LI), cobertura vegetal (Cobveg), distância da poça ao igarapé (Distig), hidroperíodo (Hidr), área da poça (Areapoça), foram logaritmizadas para atender as premissas das análises.

A profundidade da camada de folhiço, profundidade da coluna d'água, profundidade total da poça, área da poça e abundância de predadores foram multicolinearizadas (Tol. < 0,1), portanto foi utilizada área da poça para representar as variáveis.

Para avaliar a influência das características físicas da poça (área da poça, distância da poça ao igarapé e área de cobertura vegetal) e físico-químicas da água (pH, condutividade) sobre as cinco espécies mais abundantes de coleópteros, uma poça foi sorteada por parcela para representar o local, pois, as espécies podem se deslocar entre poças dentro da parcela

(White *et al.*, 1984). Modelos de regressões múltiplas foram usados para avaliar o papel dessas variáveis sobre a densidade das espécies mais abundantes de coleópteros aquáticos.

As análises estatísticas foram realizadas no programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson, 1999).

4. Resultados

4.1 Características ambientais das parcelas

A média de poças por parcela foi de 4, a largura média do igarapé foi 2,65 m; a área média do baixio 2124 m² e abertura média do dossel 11,4 m (Tabela 1). Não houve diferença entre as bacias quanto ao número de poças (N = 31; $F_{1,29} = 0,038$; P = 0,848), largura do igarapé (N = 31; $F_{1,29} = 0,548$; P = 0,465) e abertura de dossel (N = 31; $F_{1,29} = 0,146$; P = 0,706), entretanto, houve diferença entre as bacias quanto à área média do baixio (N = 31; $F_{1,29} = 8,393$; P = 0,007), os baixios da bacia oeste foram, em média, maiores que os da bacia leste (Tabela 1).

Tabela 1. Número de poças (N poças) e variáveis ambientais (Largura média do igarapé = LMI; área média do Baixio = Área; abertura média do dossel = Dossel) que caracterizam cada bacia de drenagem. (Méd= Média; Ext= Extensão; EP= Erro padrão).

Variável	Bacia Oeste (N=16)		Bacia Leste (N=15)		RFAD (N=31)
	Méd.±EP	Ext.	Méd.±EP	Ext.	Méd.±EP
N poças	4,0±1,3	2-7	3,93±2,2	0-9	4,0±1,8
LMI (m)	2,7±1,1	1,26-5,3	2,4±1,1	0,7-5,1	2,6±1,1
Área (m ²)	2400±2358	1750-2550	1830±749	890-3560	2124±611
Dossel	11,66±2,49	8,1-17,13	11,25±3,36	6,1-18,34	11,46±2,90

Não houve diferença significativa quanto ao número de poças (N = 31; $F_{4,26} = 1,490$; P = 0,234), largura média do córrego (N = 31; $F_{4,26} = 0,248$; P = 0,909) e abertura média do

dossel ($N = 31$; $F_{4,26} = 0,825$; $P = 0,521$) entre as micro-bacias de drenagem. Entretanto, houve diferença significativa entre as micro-bacias quanto à área média do baixio ($N = 31$; $F_{4,26} = 4,343$; $P = 0,008$). A micro-bacia do Uberê teve a menor área do baixio em relação às demais micro-bacias (Tabela 2).

Tabela 2. Características das micro-bacias de drenagem, representadas pela média e pelo desvio padrão. N poças = Número de poças e variáveis ambientais (Largura média do igarapé = LMI; área média do Baixio = Área; abertura média do dossel = Dossel). Os números entre parênteses representam a amplitude dos dados.

Variável	Bacia Oeste (N=16)		Bacia Leste (N=15)		
	Acará (N=7)	Bolívia (N=9)	Ipiranga (N=4)	Tinga (N =7)	Uberê (N=4)
N poças	4,0±1,1 (3 – 6)	4,1±1,5 (2 – 7)	5,7±2,3 (4 – 9)	3,4±1,9 (0 – 6)	3,0±2,1 (1 – 6)
LMI	2,74±1,3 (1,26 – 5,11)	2,83±1,1 (1,27 – 5,33)	2,68±0,8 (1,57 – 3,33)	2,57±1,3 (1,02 – 5,19)	2,14±1,07 (0,70 – 3,22)
Área	2392±223 (1875–2500)	2405±251 (1750–2550)	2265±1004 (1250–3560)	1892±626 (1250–2500)	1285±408 (890–1750)
Dossel	10,59±1,85 (8,1 – 13,23)	12,49±2,6 (9,0 – 17,13)	11,54±2,4 (9,2 – 14,93)	11,96±4,2 (6,1 – 18,13)	9,74±2,3 (7,1 – 12,93)

4.2 A riqueza de coleópteros aquáticos

Foram capturados 785 indivíduos representados em seis famílias. As famílias Dytiscidae e Hydrophilidae representaram o maior número de espécies. Foram identificadas 31 espécies, destas, dez foram comuns em ambas bacias de drenagem, 19 foram encontradas na bacia Oeste, e duas foram exclusivas na bacia Leste. A bacia Oeste apresentou maior número de indivíduos (660) do que a bacia Leste (120), (Tabela 3).

As cinco espécies mais abundantes encontradas nas poças temporárias da reserva foram *Cybister* sp. (Cy), *Hydaticus* sp. (Hd), *Hydrobiomorpha* sp. (Hb), *Tropisternus* sp. (Tr) e *Helochares* sp. (He), que contribuíram com 77% da abundância das espécies.

O número de espécies por parcela variou de zero a 15 (média = 5,4; DP = 3,9). O modelo de regressão múltipla, testado para parcela explicou 32% da variância no número de

espécies ($N_{\text{esp}} = 5,295 - 3,477\lg D - 0,208\lg LI + 0,004Ab + 0,287Np$; $R^2 = 0,323$; $F_{4,26} = 3,096$; $P = 0,033$). O número de espécies foi relacionado significativa e positivamente ($t = 2,976$; $P = 0,006$) com a área do baixio (Figura 4).

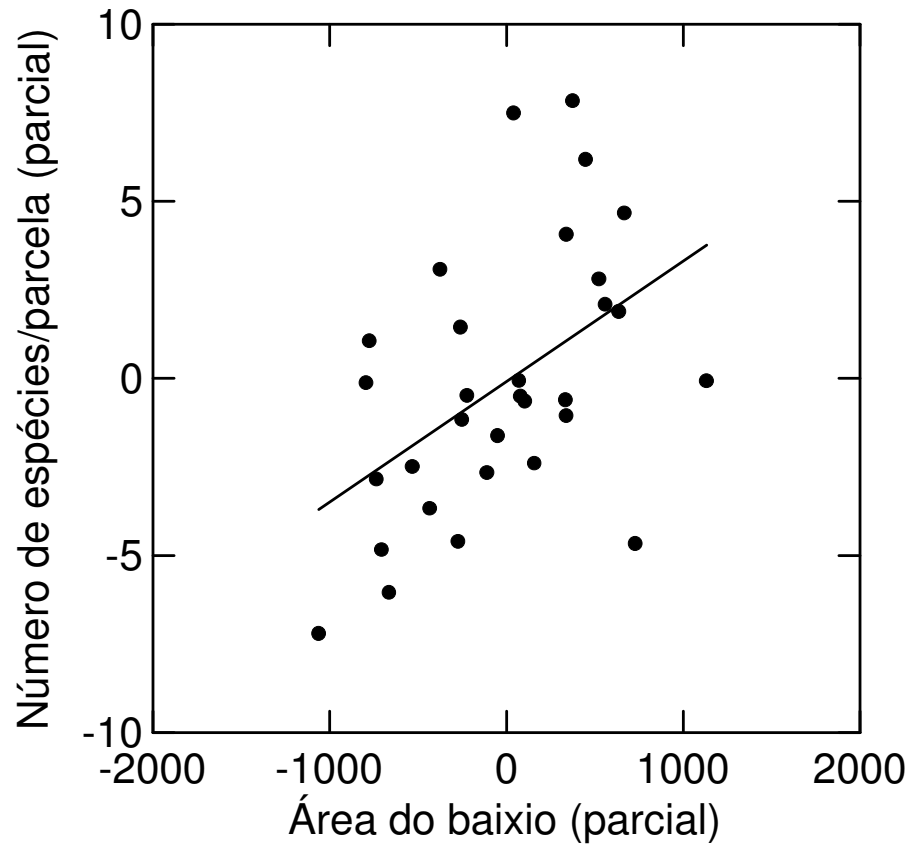


Figura 4. Relação entre o número de espécies de coleópteros aquáticos por parcela com a área do baixio na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

4.3 Efeito das bacias e micro-bacias de drenagem sobre o número de espécies

Houve diferença significativa no número de espécies entre as bacias de drenagem (ANOVA: $N = 31$; $F_{1,26} = 25,345$; $P < 0,001$). A bacia leste teve menos espécies que a oeste (Figura 5). Não houve diferença do número de espécies entre as micro-bacias de drenagem (ANOVA: $N = 31$; $F_{3,26} = 2,332$; $P = 0,097$).

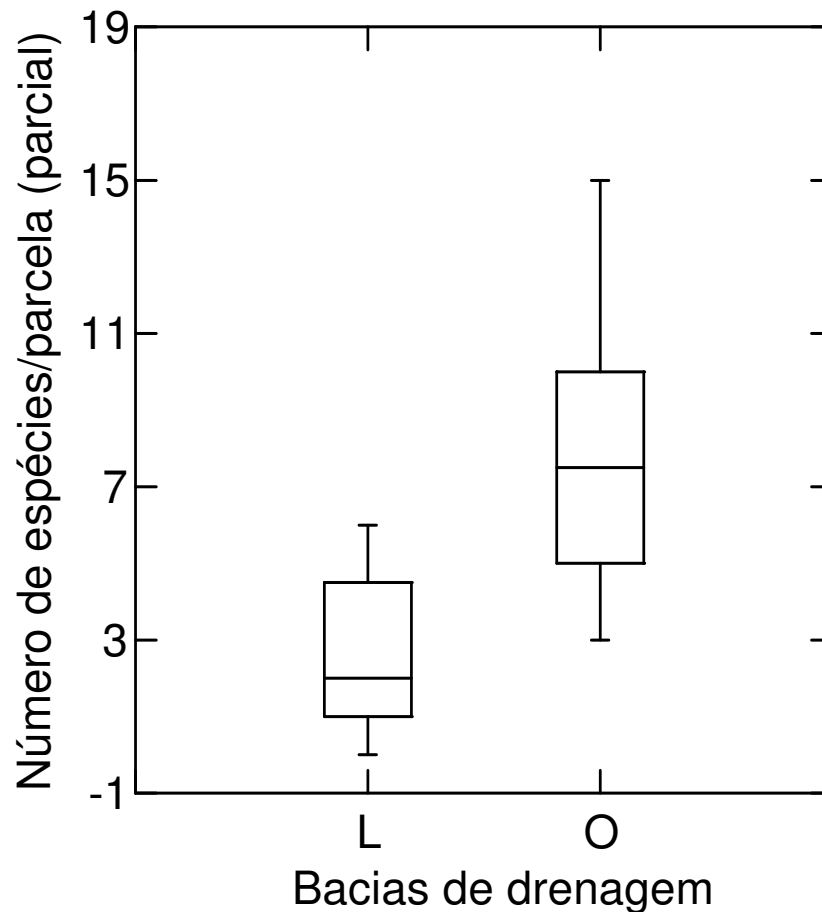


Figura 5 Diferença do número de espécies entre as bacias de drenagem Leste (L) e Oeste (O), na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

4.4 Efeito da estrutura do ambiente sobre a abundância das cinco espécies mais comuns de coleópteros aquáticos

Os modelos gerais não foram capazes de explicar a variância na abundância de *Cybister* sp ($Cy = 1,239 - 0,725\lg D - 0,021\lg LI + 0,000Ab + 0,046Np$; $R^2 = 0,240$; $F_{4,26} = 2,058$; $P = 0,116$); *Hydaticus* sp. ($Hd = 0,419 - 0,286\lg D - 0,131\lg LI + 0,000Ab + 0,020Np$; $R^2 = 0,218$; $F_{4,26} = 1,808$; $P = 0,158$) ou *Hydrobiomorpha* sp. ($Hb = 1,003 - 0,556\lg D - 0,040\lg LI + 0,001Ab - 0,039Np$; $R^2 = 0,175$; $F_{4,26} = 1,379$; $P = 0,269$) e as variáveis ambientais relacionadas, porém a abundância dessas espécies foi relacionada significativa e positivamente com a área do baixio ($P = 0,039$), ($P = 0,017$) e ($P = 0,046$), respectivamente.

Os modelos de regressão múltipla não foram capazes de explicar a variância na abundância de *Tropisternus* sp. ($Tr = - 0,280 + 0,122\lg D + 0,155\lg LI + 0,000Ab - 0,008Np$; $R^2 = 0,160$; $F_{4,26} = 1,240$; $P = 0,318$) ou de *Helochares* sp. ($He = 1,624 - 0,799\lg D - 0,090\lg LI + 0,000Ab + 0,002Np$; $R^2 = 0,228$; $F_{4,26} = 1,917$; $P = 0,138$), entretanto, a abundância de *Helochares* sp. foi relacionada negativa e significativamente com a abertura de dossel ($P = 0,046$) e positiva e significativamente com a área do baixio ($P = 0,041$).

Tabela 3. Espécies e número de indivíduos coletados nas bacias e micro-bacias de drenagem na RFAD. PA=Número de parcela onde cada espécie ocorreu; OC % = porcentagem de ocorrência nas parcelas.

Família	Espécie	Oeste				Leste					Total	OC %
		PA	Acará	Bolívia	total	PA	Ipiranga	Tinga	Uberê	total		
Dytiscidae	<i>Aglymbus lepieurii</i>	2	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0,25
	<i>Agaporomorphus</i> sp.	3	6	1	7	0	0	0	0	0	7	0,89
	<i>Celina</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Colymbetes</i> sp.	11	29	4	33	0	0	0	0	0	33	4,20
	<i>Colymbetes strigypennis</i>	1	5	0	5	0	0	0	0	0	5	0,64
	<i>Copelatus undecimstriatus</i>	2	1	3	4	0	0	0	0	0	4	0,51
	<i>Copelatus brullei</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Copelatus</i> sp.	10	49	10	59	3	0	2	1	3	62	7,90
	<i>Cybister</i> sp.	12	73	30	103	6	13	10	9	32	135	17,20
	<i>Desmopachria</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Desmopachria</i> grupo dispersa	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0,25
	<i>Platinectes submaculatus</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Hypodessus</i> sp.	1	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0,25
	<i>Hydaticus</i> sp.	12	52	14	66	5	7	1	2	10	76	9,68
	<i>Thermonectus lepieurii</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0,25
	<i>Thermonectus variegatus</i>	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0,25
	<i>Thermonectus</i> sp.	4	4	1	5	1	1	0	0	1	6	0,76
	<i>Vatellus tarsatus</i>	6	5	2	7	2	1	1	0	2	9	1,15
	<i>Vatellus</i> sp.	3	2	1	3	0	0	0	0	0	3	0,38
Hydrophilidae	<i>Helochaeres</i> sp.	9	56	20	76	6	14	2	5	21	97	12,36
	<i>Enochrus</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Hydrobiomorpha</i> sp.	15	143	26	169	5	5	7	0	12	181	23,06
	<i>Tropisternus</i> sp.	16	34	49	83	9	14	18	1	33	116	14,78
	<i>Derallus</i> sp.	9	5	22	27	2	0	0	2	2	29	3,69
	<i>Paracymus</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
Gyrinidae	<i>Gyretes</i> sp.1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Gyretes</i> sp.2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
Noteridae	<i>Pronoterus</i> sp.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0,13
	<i>Hydrocanthus</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
Hydraenidae	<i>Hyraena</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0,13
Dryopidae	sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0,13
Total de indivíduos					665					120	785	100

4.5 Características ambientais das poças

As poças tiveram, em média, baixo pH (4,1), oxigênio dissolvido (1,8 mg.l⁻¹), temperatura (25°C) e hidroperíodo médio de 4 meses. As poças foram, em média, pequenas (1,44 m²) e distanciavam-se, em média, 10,62 m do igarapé (Tabela 4).

Não houve diferença entre as bacias de drenagem e a cobertura vegetal (N=31; F_{1,29} = 1,018; P = 0,321), área da poça (N = 31; F_{1,29} = 2,443; P = 0,129), condutividade (N = 31; F_{1,29} = 2,935; P = 0,097), pH (N = 31; F_{1,29} = 0,704; P = 0,408), hidroperíodo (N = 31; F_{1,26} = 0,680; P = 0,416) e distância da poça ao córrego (N = 31; F_{1,26} = 0,504; P = 0,484).

Não houve diferença entre as micro-bacias em relação à cobertura vegetal (N=31; F_{4,26} = 0,465; P = 0,761) área da poça (N = 31; F_{4,26} = 2,241; P = 0,092), condutividade (N = 31; F_{4,26} = 1,288; P = 0,300) e distância da poça ao igarapé (N = 31; F_{4,26} = 1,590; P = 0,207). Entretanto, houve diferença de pH entre as micro-bacias de drenagem (N = 31; F_{4,26} = 3,127 ; P = 0,032). A micro-bacia do Acará apresentou pH menor que as demais micro-bacias (P < 0,05), exceto Tinga (P = 0,09) (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis ambientais da poça separadas por micro-bacias. Potencial hidrogeniônico (pH), condutividade (Condut. µδ/cm³), distância da poça ao igarapé (DISPI) medida em m, hidroperíodo medido em meses, cobertura vegetal e área da poça medida em m².

Variável	Bacia Oeste (N=16)		Bacia Leste (N=15)			RFAD (N=31)
	Acará (N=7)	Bolívia (N=9)	Ipiranga (N=4)	Tinga (N=7)	Úbere (N=4)	
pH	3,5±0,8 (1,7–4,5)	4,5±0,1 (4,2–4,8)	4,3±0,2 (4,0–4,5)	4,0±0,5 (3,0–4,6)	4,4±0,4 (3,9–4,9)	4,1±0,6
Condut.	3,0±0,4 (2,5 - 3,9)	2,8±0,3 (2,1-3,2)	2,6±0,2 (2,3-2,9)	2,6±0,4 (2,1-3,4)	2,6±0,5 (2,2-3,3)	2,7±0,4
DISPI	8,2±6,06 (1,0–17,0)	14,7±12,3 (3,4–42,7)	18,0±17,5 (2,3–43,1)	5,8±3,6 (1,5–10,5)	5,9±4,2 (0,3–18,5)	10,62±10,49
Hidroperíodo	3,7±1,1 (2,5 - 5,5)	4,5±1,3 (2,5-6,0)	3,8±1,3 (2,5-5,0)	3,2±1,6 (1,0-6,0)	4,6±1,3 (3,0-6,0)	4,0±1,4
Cob. vegetal	0,9±1,1 (0 - 2,1)	0,7±1,5 (0 - 3,4)	0±0 (0 - 0)	0,4±1,1 (0 - 3)	0,6±1,2 (0 - 2,5)	0,6±1,1
Área da poça	1,0±0,7 (0,3–1,9)	1,1±1,0 (0,1–3,7)	2,5±2,8 (0,3–6,3)	0,9±0,6 (0,2–2,0)	2,6±1,2 (1,1–3,9)	1,44±1,39

Os modelos de regressão múltipla não foram capazes de explicar a variância na abundância de *Cybister* sp (C.sp. = - 0,208 - 0,027logpH + 0,215logCond - 0,014Distig + 0,106logHidr - 0,183logCobveg + 0,105logAreapoça; $R^2= 0,108$; $F_{6,24}= 0,482$; $P= 0,815$); *Tropisternus* sp (Tsp. = 0,897- 0,075logpH - 0,177logCond + 0,082logDistig - 0,106logHidr + 0,050logCobveg + 0,167logAreapoça; $R^2= 0,135$; $F_{6,24}= 0,626$; $P= 0,708$); *Helochares* sp. (Hesp. = - 0,633 + 0,155logpH + 0,372logCond + 0,001 logDistig - 0,296 logHidr + 0,004logCobveg + 0,156areapoça; $R^2= 0,146$; $F_{6,24}= 0,683$; $P= 0,665$) ou *Hydrobiomorpha* sp. = (Hb = - 1557 + 0,212logpH + 0,589logCond - 0,086logDistig + 0,007logHidr + 0,035logCobveg - 0,039logareapoça; $R^2= 0,244$; $F_{6,24}= 1,289$; $P= 0,299$), entretanto a abundância de *Hydrobiomorpha* sp. foi relacionada significativa e positivamente com a condutividade elétrica da água ($P= 0,018$).

O modelo para *Hydaticus* sp. explicou 56% da variância na abundância ($Hd = - 0,218 - 0,656\log\text{pH} + 0,491\log\text{Cond} - 0,029\log\text{Distig} + 0,162\log\text{Hidr} + 0,081\log\text{Cobveg} + 0,017\log\text{areapoça}$; $R^2= 0,565$; $F_{6,24}= 5,206$; $P= 0,001$). As variáveis que mais contribuíram para explicar a variação na abundância dessa espécie foi a condutividade ($P= 0,018$) e pH ($P= 0,051$). A abundância de *Hydaticus* sp. aumentou com a condutividade (Figura 6) e diminuiu com o pH (Figura 7). No entanto, a análise detectou um ponto solto (outlier) de alto valor, por isso, esta análise foi refeita sem este ponto, e os resultados foram semelhantes ($R^2= 0,47$; $P= 0,016$), condutividade ($P= 0,048$) e pH ($P= 0,005$) e, portanto foi mantido na análise com todos os pontos.

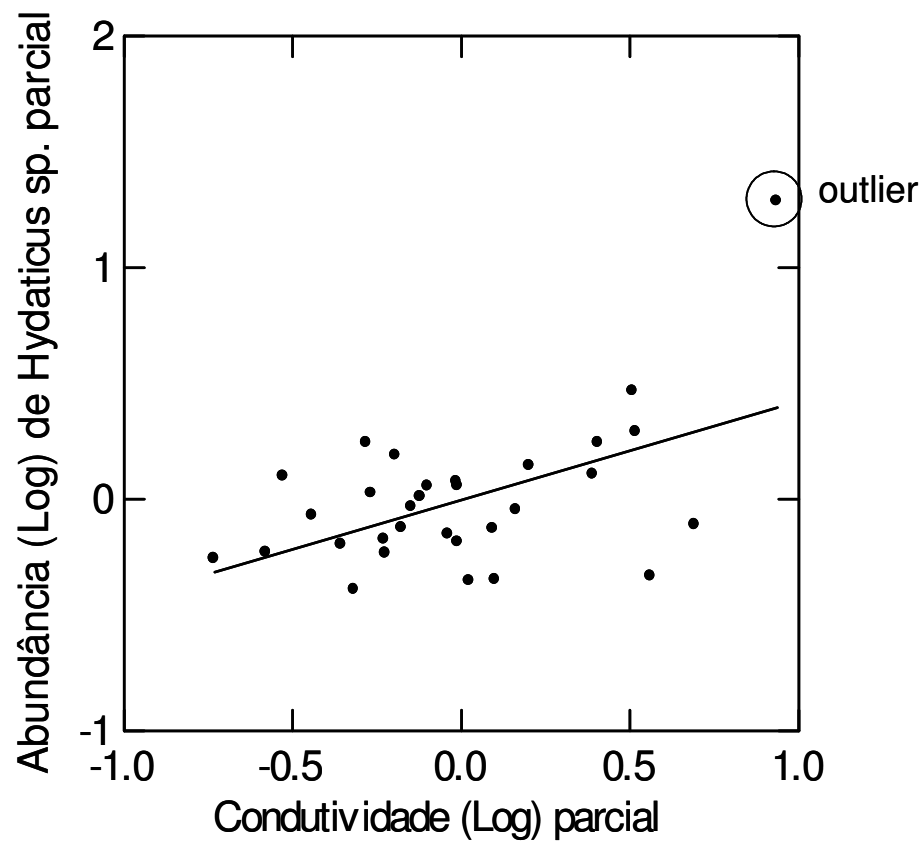


Figura 6. Relação entre a abundância de *Hydaticus* sp. e a condutividade elétrica (log) da água das poças temporárias na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

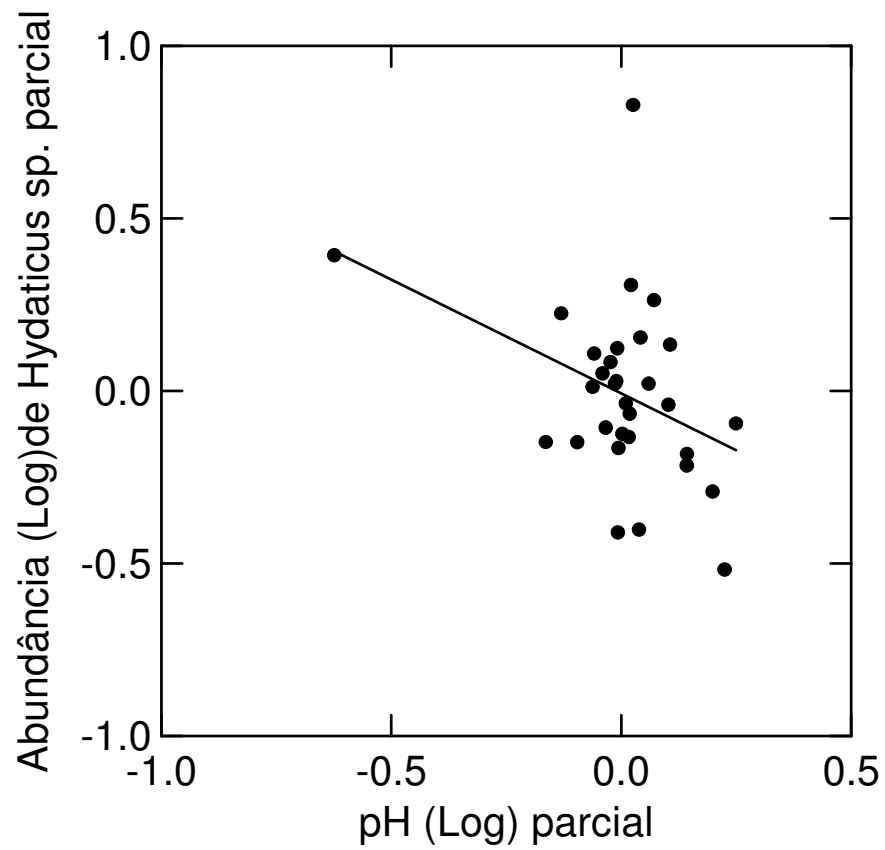


Figura 7. Relação entre a abundância de *Hydaticus* sp. e o pH (log) da água das poças temporárias na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

5. Discussão

Neste estudo, foram coletados 785 espécimes de coleópteros aquáticos em poças temporárias, pertencentes a seis famílias e 31 espécies. O maior número de espécies foi registrado nas famílias Dytiscidae e Hydrophilidae. Tais resultados corroboram os de Benetti & Hamada (2003), que acharam maior riqueza de espécies das mesmas famílias nas várzeas, igapós, lagos, igarapés, bem como em poças de origem antrópica. Segundo Merritt & Cummins (1996), essas famílias são as mais abundantes em ambientes aquáticos e, portanto, mais fáceis de serem coletadas.

As famílias Gyrinidae, Noteridae, Hydraenidae e Dryopidae foram menos abundantes neste estudo. A baixa abundância de indivíduos do gênero *Gyretes*, da família Gyrinidae, possivelmente seja explicado devido ao hábito das espécies deste grupo, que são freqüentemente encontradas em ambientes de água corrente, embora algumas espécies possam ser observadas em remansos (White *et al.*, 1984; Benetti *et al.*, 1998; Benetti & Hamada, 2003). A família Noteridae, por sua vez, é mais comum em ambientes permanentes de áreas abertas e com vegetação aquática abundante (Megna & Deler, 2006). Algumas espécies de Hydraenidae vivem em túneis na areia ou no solo úmido embaixo d'água ou aderem-se às pedras e madeira nos igarapés (White, 1983), os Dryopidae ficam aderidos à vegetação ou debaixo de troncos, em ambientes lóticos (White, 1983). Essas características biológicas e pelo pequeno número de exemplares dessas famílias coletadas nas poças amostradas sugerem que essas ocorrências foram acidentais.

Em escala local, usando as características dentro de uma parcela, a formação de charcos nos baixios maiores (bacia Oeste) pode ter contribuído para a discrepante diferença no número de espécies. Uma área alagada maior, proporciona maior disponibilidade de habitats, refúgio e recursos alimentares para essas espécies. Isso indica a importância da largura do baixio na preservação de espécies de coleópteros aquáticos.

Apenas a largura do baixio influenciou a distribuição no número de espécies de coleópteros aquáticos, estando também relacionada positivamente com as espécies de *Cybister* sp., *Hydaticus* sp., *Hydrobiomorpha* sp. e *Helochaeres* sp. na RFAD. Portanto, a extensão das zonas ripárias (largura do baixio), a tolerância das espécies aos fatores ambientais e suas atividades de dispersão, são fatores que, no foco deste estudo, permitem a colonização de um maior número de poças (Sanderson *et al.*, 2005).

Em regiões temperadas, as poças e lagos são grandes e geralmente formados em áreas abertas (Williams, 2006). A abundância de indivíduos ou o número de espécies de coleópteros aquáticos nestas regiões foi relacionada com as áreas do lago (Aiken, 1991; Nilsson & Svensson, 1995) ou da poça (Larson & House, 1990; Nilsson & Svensson, 1994; Sanderson *et al.*, 2005), a diversidade de macrófitas aquáticas (Palmer, 1981) e o sombreamento da poça (Palmer, 1981; Gee *et al.*, 1997; Lundkvist, 2001). Entretanto, para a maioria das espécies de coleópteros de poças de zonas ripárias dentro de floresta tropical esses fatores não foram significativos, possivelmente por serem relativamente pequenas em comparação a poças de zonas temperadas.

Na RFAD a abertura de dossel teve uma relação negativa com abundância das espécies de *Helochares* sp., evidenciando a diferença nas respostas entre os grupos de coleópteros aquáticos, já que as espécies da família Dytiscidae não tiveram relação com abertura de dossel. Estudos mostram que o número de espécies de Dytiscidae tem uma relação positiva com o aumento do nível do sombreamento nas poças em regiões temperadas (Lundkvist, 2001).

A condutividade elétrica da água foi um fator importante para as espécies da RFAD, e explicou a variância na abundância das espécies de *Hydaticus* sp., além de ter sido relacionada positivamente com as espécies de *Hydrobiomorpha* sp. Lancaster & Scudder (1987), verificaram uma relação negativa com a condutividade para espécies de coleópteros aquáticos em lagos salinos de ambientes temperados. Segundo eles, algumas espécies são tolerantes a certos valores dessa variável, fazendo com que a abundância dessas espécies só diminua com valores extremos de condutividade.

Os resultados indicaram que o pH ácido da água das poças temporárias na RFAD influenciou negativamente as espécies de *Hydaticus* sp. Nilsson & Söderberg (1996), estudando lagos da região temperada cujos valores de pH da água variou de 5,5 a 7,5, não encontraram relação desta variável com a fauna de Dytiscidae.

Em nosso estudo, os fatores estruturais e físicos químicos da água foram importantes, mostrando influencia sobre todas as espécies de coleópteros aquáticos de poças temporárias ripárias na RFAD, que por sua vez, devido às características do grupo, responderam de forma diferente para alguns desses fatores. Segundo Galewski (1971), os fatores físicos e estruturais dos corpos d'água foram mais importantes na distribuição de muitas espécies de coleópteros aquáticos do que as variáveis físico-químicas da água, sendo estas consideradas como tendo efeitos secundários.

A diferença encontrada na abundância das espécies entre as duas bacias da reserva Ducke e a influência dos fatores físico-químicos para espécies como *Hydaticus* sp. mostra a importância deste estudo na região e, contribui para a confecção de melhores programas para conservação e manejo de espécies e ambientes.

6. Conclusão

- As famílias Dytiscidae e Hydrophilidae foram as mais abundantes colonizando as poças temporárias da RFAD.
- Houve diferença do número de espécies entre as bacias de drenagem, onde a bacia Oeste com baixios maiores apresentou o maior número de espécies.
- O número de espécies de coleópteros aquáticos foi relacionado positivamente com a área do baixio.
- A abundância das espécies de *Cybister* sp., *Hydaticus* sp., *Hydrobiomorpha* sp., *Tropisternus* sp. e *Helochares* sp. foi relacionada positivamente com a área do baixio.
- A abertura de dossel foi relacionada negativamente com a abundância de *Helochares* sp. e a condutividade foi relacionada positivamente com a abundância de *Hydrobiomorpha* sp.
- A condutividade foi relacionada positivamente com a abundância das espécies de *Hydaticus* sp. e o pH foi relacionado negativamente com a abundância de *Hydaticus* sp.
- A diferença entre as características das bacias de drenagem e as diferentes respostas das espécies para os fatores ambientais locais, mostram que esses fatores são de fundamental importância para a permanência das espécies na RFAD e permite a implementação de planos de manejo e conservação adequados para as espécies de coleópteros aquáticos que se encontrem em regiões com características semelhantes ao da RFAD.

7. Referências

- Aiken, R. B. 1991. Characterization and phenology of a predaceous diving beetle community in a Central Alberta lake. *Can. Ent.* 123: 305-303.
- Batzer, D. P.; Palik, B. J. & Buech, R. 2004. Relationships between environmental characteristics and macroinvertebrate communities in seasonal woodland ponds of Minnesota. *Journ. of North Am. Benthol. Society.* 23: 50-68.
- Bazzanti, M., S. Baldoni, & M. Seminara. 1996. Invertebrate macrofauna of a temporary pond in Central Italy: composition, community parameters and temporal succession. *Archiv für Hydrobiologie.* 137: 77-94.
- Belyea, L. R. & Lancaster, J. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos*, 86: 402-416.
- Benetti, C. J., Fiorentin, G. L., Régil Cueto, J. A. & Pacho Miguel, R. R. 1998. Coleopterofauna aquática na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. *Acta Biol. Leopold.* 20 (1): 91-101.
- Benetti, C. J. 2001. *Hydradephaga (Coleoptera) em el municipio de Gramado RS, Brasil.* Tesis Doctoral, Universidad de Leon. Leon. 469pp.
- Benetti, C. J., Régil Cueto, J. A. & Forentin, G. L. 2003. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves para identificação. *Biota Neotropica.* 3 (1): 1-20.
- Benetti, C. J. e Hamada, N. 2003. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica.* 33 (4): 701-709.
- Bilton, D. T. Freel, J. R. & Okamura, B. 2001. Dispersal in freshwater invertebrates, *Annual Review of Ecology and Systematics.* 32: 159-181.
- Céréghino, R.; Ruggiero, E. A.; Marty & E. P.; Angelibert S. 2008. Biodiversity and distribution patterns of freshwater invertebrates in farm ponds of a south-western French agricultural landscape. *Hydrobiologia.* 597: 43-51.
- Collinson N.H.; Biggs J.; Corfield A.; Hodson M.J.; Walker D.; Whitfield M. & Williams P.J. 1995. Temporary and permanent ponds: an assessment of the effect of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrates. *Biological Conservation.* 74: 125-133.
- Costa, F. C.; Magnusson, W. E. & Luizão, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology.* 93: 863-878.

- Drucker, D. P., Costa, F. C. & Magnusson, W.E. 2008. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. *Journal of Tropical Ecology*. 24: 65–74.
- Dunson, W. A. & Travis, J. 1991. The role of abiotic factors in community organization. *Am. Nat.* 138: 1067-1091.
- Eyre, M. D.; Foster, G. N. & Foster, A. P. 1990. Factors affecting the distribution of water beetle species assemblages in drains of eastern England. *Journal of Applied Entomology*. 109: 217-225.
- Eyre, M. D.; Foster, G. N. & Young, A. G. 1993. Relationships between water-beetle distributions and climatic variables: a possible index for monitoring global climatic change. *Archiv fur Hydrobiologie*. 127: 437-450.
- Fairchild, G. W., Faulds, A. M. & Saunders, L. L. 1999. Constructed marshes in southeast Pennsylvania; Invertebrate foodweb structure. *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management* (Eds. Batzer, D. B., Rader, R. B. and Wissinger S. A.) John Wiley & Sons, New York. 423-446.
- Fairchild, G. W.; Faulds, A. M. & Matta, J. F. 2000. Beetle assemblage in ponds: effects of habitat and site age. *Freshwater Biology*. 44: 523-534.
- Fairchild G. W.; Cruz, J. Faulds, A. M.; Short, A. E. Z. & Matta, J. F. 2003; Microhabitat and landscape influences on aquatic beetle assemblage in a cluster of temporary and permanent ponds. *Journal of North American Benthological Society*. 22(2): 224-240.
- Fernandez, M. F. S & Fonseca, C. R. V. 2001. Estudo taxonômico dos Psephenidae (Coleoptera: Byrrhoidea) da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*. 31 (3): 469-500.
- Fernando, C. H. 1958. The colonisation of small freshwater habitats by aquatic insects. 1. General discussion, methods of colonisation in the aquatic coleoptera. *Ceylon J. Sci. Biol. Sci.* 1: 117-154.
- Ferreira-Jr, N., Mendonça, E. C., Dorvillé, L. F. M. & Ribeiro, J. R. I. 1998. Levantamento preliminar e distribuição de besouros aquáticos (Coleoptera) na restinga de Maricá RJ. In: Nessimian, J. L. e Carvalho, A. L. *Ecologia de Insetos Aquáticos. Oecologia Brasileira*. 5: 129-140.
- Fidelis, L.; Nessimian, J. L. e Hamada, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazônica* 38 (1): 127-134.
- Foster, G. N. 1995. Evidence for pH insensitivity in some insects inhabiting pet pools in Loch Fleet Catchment. *Chemistry and Ecology*. 9: 207-215.

- Foster, G. N., Foster, A. P., Eyre, M. D. & Bilton, D. T. 1990. Classification of water beetle assemblages in arable fenland and ranking of sites in relation to conservation value. *Freshwater Biology*. 22: 343-354.
- Galewski K., 1971. A study on morphobiotic adaptations of European species of the Dytiscidae (Coleoptera). *Polski Pismo Entomologiczne*. 41: 488-702.
- Gee, J. H. R., Smith, B. D., Lee, K. M. & Griffiths, S. W. 1997. The ecological basis of freshwater pond management for biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 7: 91-104.
- Guillaumet, J-L. 1987. Some structural and floristic aspects of the forest. *Experientia*. 43:241-251.
- Hanson, M. A. & Riggs, M. R. 1995. Potential effects of fish predation on wetland invertebrates: a comparison of wetlands with and without fathead minnows. *Wetlands*. 15: 167-175.
- Hero, J-M. 1991. *Predation, palatability and the distribution of tadpoles in the Amazon Rainforest*. PhD. thesis. Griffith University, Australia. 225 p.
- Hero J-M., Magnusson W.E., Rocha C. F. D. & Catterall, C.P. 2001. Antipredator defences influence the distribution of amphibian prey species in the Central Amazon Rain Forest. *Biotropica*. 33: 131-141.
- Hodnett, M. G., Vendrame, I. Marques Filho, A. O., Oyama, M. D. & Tomasella, J. 1997. Soil water storage and groundwater behaviour in a catenary sequence beneath forest in Central Amazonia: II. Floodplain water table behaviour and implications for streamflow generation. *Hydrology and Earth System Sciences*. 1:272-277.
- Jeffries, M. 1994. Invertebrate communities and turnover in wetland ponds affected by drought. *Freshwater Biology*. 32:603-612.
- Jeffries, M. J. 2003. Idiosyncratic relationships between pond invertebrates and environmental, temporal and patch-specific predictors of incidence. *Ecography*. 26: 311-324.
- Juliano, S. A. 1991. Change of structure and compositions of an assemblage of *Hydrophorus* species (Coleoptera: Dytiscidae) along pH gradient. *Freshwater Biology*. 25: 367-378.
- Kinupp, V. F. & Magnusson, W. E. 2005. Spatial patterns in the understory genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology*. 21(4): 363-374.

- Lancaster, J. & Scudder G. G. E. 1987. Aquatics Coleoptera and Hemiptera in some Canadian saline lakes: Patterns in community structure. *Canadian Journal of Zoology*. 65: 1383-1390.
- Landin, J. 1980. Habitats, life histories, migration and dispersal by flight of two water beetles *Helophorus brevipalpis* and *H. strigiforme* (Hydrophilidae). *Holarct. Ecol.* 3: 190-201.
- Larson, D. J. & House, N., L. 1990. Insect communities of Newfoundland bog pools with emphasis on the Odonata. *Can. Ent.* 122: 469-501.
- Lahr, J., Diallo, A. O., Ndour, K. B., Badji, A. & Diouf, P.S. 1999. Phenology of invertebrates living in a sahelian temporary ponds. *Hydrobiologia*. 405: 189-205.
- Lillie, R. A. 1991. The adult and semiaquatic Coleoptera of nine northwestern Wisconsin wetlands. *The Coleopterist Bulletin*. 45: 101-111.
- Lundkvist, E.; Landin, J. & Milberg, P. 2001. Diving beetle (Dytiscidae) assemblages along environmental gradients in an agricultural landscape in southeastern Sweden. *Wetlands*. 21(1): 48-58.
- Marques Filho, A. O., Ribeiro, M. N. G, Santos, H. M. and Santos, J. M. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Duce – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta Amazônica*, 11:759-768.
- Megna, Y. & Deler, A. 2006. Composición taxonómica, distribución y bionomía de la familia Noteridae (Coleoptera: Adepaga) en Cuba. *Revista Entomológica Argentina*. 65(1-2): 69-80.
- Mendonça F. P., Magnusson W. E. & Zuanon J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of Central Amazonia. *Copeia*. 2005: 750–763.
- Merritt, R. W. & Cummins K. W. 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Second edition. Kendal V. Hunt Publishing Company. Dubuque. IA. 862pp.
- Miller, K. B. 2001a. Descriptions of new species of *Desmopachria* Babington, 1841 (Coleoptera: Dytiscidae: Hydrophorinae: Hyphydrini) with a reassessment of the subgenera and species groups and a synopsis of the species. *Coleopterists Bull.* 55(2): 219-240.
- Miller, K. B. 2001b. Revision of the genus *Agaporomorphus* Zimmermann (Coleoptera: Dytiscidae: Copelatinae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94(4): 520-529.
- Nilsson, A. N. & Svensson, B.W. 1994. Dytiscid predators and culicid prey in two boreal snowmelt pools differing in temperature and duration. – *Annls zool. fenn.* 31: 365-376.

- Nilsson, A. N. & Svensson, B. W. 1995. Assemblages of dytiscid predators and culicid prey in relation to environmental factors in natural and clear-cut boreal swamp forest pools. - *Hydrobiol.* 308: 183-196.
- Nilsson, A. N. & Söderberger, H. 1996. Abundance and species richness patterns of diving beetles (Coleoptera, Dytiscidae) from exposed and protected sites in 98 northern Swedish lakes. *Hydrobiology.* 321: 83-88.
- Ochs, G. 1953. Der jetzige Stand unserer Kenntnisse über die Gyriniden-Fauna von Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 1(11): 181-208.
- Ochs, G. 1958. Über neue und interessant Gyriniden aus dem Amazonas-Gebiet nebst einer Uebearbeitung der Artengruppe um *Gyretes nitulus* (Insecta, Coleoptera). *Senck. Biol.* 39(3-4): 177-189.
- Ochs, G. 1960. Über neue und bemerkenswerte Gyriniden der neotropischen Region. *Senck. Biol.* 41(3-4): 181-196.
- Ochs, G. 1962. Über die Gyriniden (Col.) von Guiana. *Uitg. Natuurw Studkring Suriname* 18: 85-104.
- Ochs, G. 1963. Neues über Taumelkäfer aus dem südlichen Teil der neotropischen Region (Ins. Col. Gyrinidae). *Senck. Biol.* 44(6): 457-484.
- Ochs, G. 1964. Zur Kenntnis der Gyriniden (Col.) von Suriname und von Rio Parú im benachbarten Brasilien. *Uitg. Natuurw Studkring Suriname.* 27: 82-90.
- Ochs, G. 1965a. Die südliche Artengruppe um *Gyretes pygmaeus* Reg. (Col. Gyrinidae). *Mitt. Münch. Ent. Ges.* 55: 278-312.
- Ochs, G. 1965b. Vierter Beitrag zur Kenntnis der Taumelkäfer des Amazonas-Gebiets (Col., Gyrinidae). *Amazoniana* 1(1): 36-73.
- Ochs, G. 1967. Fünfter Beitrag zur Kenntnis der Taumelkäfer des Amazonas-Gebiets (Col., Gyrinidae). *Amazoniana* 1(2): 135-171.
- Palmer, M. 1981. Relationship between species richness of macrophytes and insects in some water bodies in the Norfolk Breckland. *Entomologist's Monthly Magazine.* 117: 35-46.
- Pazin, V. F. V., Magnusson, W. E., Zuanon, J. & Mendonça, F. P. 2006. Fish assemblages in temporary ponds adjacent to "terra-firme" streams in central amazonia. *Freshwater biology.* 51: 1025-1037.
- Ribeiro, J. E. L. S.; Hopkins, M. G. A.; Vicentini, C. A.; Sothers, M. A. S.; Costa, J. M.; Brito, M. A. D.; Souza, L. H. P.; Martins, L. G.; Lohmann, P. A. C. L.; Assunção, E. C.; Pereira, C. F.; Silva, M. R. Mesquita e Procópio, L. 1999. *Flora da Reserva Ducke: guia*

- de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Manaus, INPA. 816 p.
- Ribera, I. 2000. Biogeography and conservation of Iberian water beetles. *Biological Conservation*. 92: 131-150.
- Ricklefs, R. E. 1987. Community diversity: relative roles of local and regional process. *Science*. 235:167-171.
- Rodrigues, D. J. 2006. *Influência de fatores bióticos e abióticos na distribuição temporal e espacial de girinos de comunidades de em poças temporárias em 64 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central*. Tese de doutorado: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM. 98 p.
- Rubbo, M. J.; Mirza, R. S.; Belden, L. K.; Falken, J. J.; Storrs, S. I. & Kiesecker, J. M. 2006. Evaluating a predator-prey interaction in field: the interaction between beetle larvae (predator) and tadpoles (prey). *Journal of Zoology*. 269: 1-5.
- Sanderson, R. A.; Eyre, M. D. & Rushton, S. P. 2005. Distribution of selected macroinvertebrates in a mosaic of temporary and permanent freshwater ponds as explained by autologistic models. *Ecography*. 28: 355- 362.
- Santos, A. D. 2003. Contribuição ao estudo dos Hydrophiloidea (Insecta; Coleoptera) *sensu* Hansen (1991), no Estado do rio de Janeiro. Monografia: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 108 p.
- Spangler, P. J. 1966. The Catherwood Foundation Peruvian-Amazon Expedition. XIII. Aquatic Coleoptera (Dytiscidae; Noteridae; Gyrinidae; Hydrophilidae; Dascilidae; Helodidae; Psephenidae; Elmidae). *Monogr. Acad. Nat. Sci. Philad.* 14: 377-443.
- Spangler, P. J. 1967. A new species of *Derovatellus* from Peru (Coleoptera: Dytiscidae). *J. Kansas. Ent. Soc.* 40(2): 142-145.
- Spangler, P. J. 1971. A new genus and new species of water beetle from Bolívia with a key the genera of the western Hemisphere Colymbetini (Coleoptera:Dytiscidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 84(49): 427-434.
- Spangler, P. J. 1981a. New and Interesting Water Beetle from Mt. Roraima and Ptaritepui, Venezuela (Coleoptera: Dytiscidae and Hydrophilidae). *Aquatic Insects*. 3(1): 1-11.
- Spangler, P. J. 1981b. Two new genera, two new species of Bidessini water beetles from South America (Coleoptera: Dytiscidae and Hydrophilidae). *Pan-Pacif. Ent.* 57(1): 65-75.
- Spangler, P. J. 1985. Five New Species of the Predacious Water Beetle Genus *Hydrodessus* from Guyana and a Key to the Species (Coleoptera: Dytiscidae). *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 137: 80-89.

- Spencer, M.; Blaustein, L.; Schwartz, S. S. & Cohen, J. E. 1999. Species richness and the proportion of predatory animal species in temporary freshwater pools: relationships with habitat size and permanence. *Ecology Letters*. 2: 157-166.
- Timms, B. V. & Hammer, U. T. 1988. Water beetles of some saline lakes in Saskatchewan. *Canadian Field Naturalist*. 102: 246-250.
- Trémouilles, E. R. 1996. Revision del género *Hydaticus* em América del Sur, com descripción de tres nuevas especies (Coleoptera: Dytiscidae). *Physis, B. Aires. B.* 52 (122-123): 15-32.
- Urban, M. C. 2004. Disturbance heterogeneity determines freshwater metacommunity structure. *Ecology*. 85: 2971-2978.
- White, R. 1983. *A Field guide to the Beetles of North América*. (The Peterson field guide series; 29) Houghton Mifflin Company, Boston, NY. 343pp.
- White, D. S.; Brigham, W. U. & Doyen, J. T. 1984. Aquatic Coleoptera. P.361-437. In: Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (ed). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall-Hunt Pub. Co., Dubuque.
- Wilkinson L. 1999. *SYSTAT: the System for Statistics*. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois.
- Williams, D. D 1997. Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquat. Conserv.* 7: 105-117.
- Williams, D. D & Hamm, T. 2002. Insect community organization in estuaries: the role of the physical environment. *Ecography*. 25: 372-384.
- Williams, D. D. 2006. *The biology of temporary waters*. Oxford University Press. 337p.
- Young, F. N. 1970. Two new species of *Hydrodessus* from Suriname, with a key to the know species (Coleoptera: Dytiscidae). *Uitg. Natuurw Studkring Suriname*. 60: 152-158.
- Young, F. N. 1974. Review of the predaceous water beetles of genus *Anodocheilus* (Coleoptera: Dytiscidae, Hydroporinae). *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.* 670: 1-28.
- Young, F. N. 1980. Predaceous water beetles of genus *Desmopachria* Babington: the subgenera with descriptions of the new taxa (Coleoptera: Dytiscidae). *Revta Biol. Trop.* 28(2): 305-321.
- Young, F. N. 1981. Predaceous water beetles of genus *Neobidessus* Young from South America (Coleoptera: Dytiscidae). *Coleopterists Bull.* 35(3): 317-340.
- Young, F. N. 1985. A Key to the American Species of *Hydrocanthus* Say, with Descriptions of New Taxa (Coleoptera: Noteridae). *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 137: 90-98.
- Young, F. N. 1986. Review of the Predaceous water beetles of Genus *Bidessodes* Régimbart (Coleoptera: Dytiscidae). *Entomologica brasil.* 11: 203-220.

- Young, F. N. 1993. A new species of *Desmopachria* (*Desmopachria*) Babington from Brazil (Coleoptera: Dytiscidae). *Coleopterists Bull.* 47 (3): 245-246.
- Young, F. N. 1995. The genus *Desmopachria* Babington, Subgenus *Portmannia* Young (Coleoptera: Dytiscidae). *Insecta Mundi.* 9(1-2): 37-45.