



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - IB
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**RIQUEZA E DENSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS
AQUÁTICOS ASSOCIADOS ÀS MACRÓFITAS
AQUÁTICAS NOS LAGOS DE VÁRZEA JANAUCÁ (AM)
E GRANDE DE CURUAI (PA) DA AMAZONIA CENTRAL
BRASILEIRA**

ANA KARINA MOREYRA SALCEDO

BRASÍLIA/DF
2011

ANA KARINA MOREYRA SALCEDO

RIQUEZA E DENSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS
AQUÁTICOS ASSOCIADOS ÀS MACRÓFITAS AQUÁTICAS
NOS LAGOS DE VÁRZEA JANAUCÁ (AM) E GRANDE DE
CURUAI (PA) DA AMAZONIA CENTRAL BRASILEIRA

Tese de Doutorado apresentada ao
Departamento de Ecologia do Instituto de
Ciência Biológicas da Universidade de
Brasília, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Doutor em Ecologia.

Orientadora: Claudia Padovesi Fonseca

BRASÍLIA/DF
2011


ANA KARINA MOREYRA SALCEDO


RIQUEZA E DENSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS
ASSOCIADOS ÀS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NOS LAGOS DE VÁRZEA
JANAUACÁ (AM) E GRANDE DE CURUAI (PA) DA AMAZONIA CENTRAL
BRASILEIRA


Tese aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade de
Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ecologia

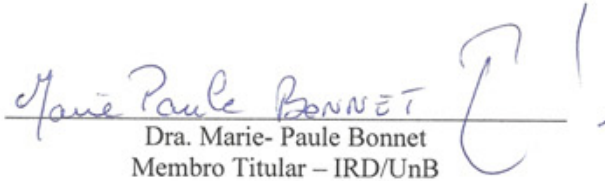
Banca Examinadora:


Dr. Jose Francisco Gonçalves Júnior
Presidente – UnB


Dra. Mercedes Maria da Cunha Bustamante
Membro Titular – UnB


Dra. Ivone Resende Diniz
Membro Titular – UnB


Dra. Neusa Hamada
Membro Titular – INPA


Dra. Marie- Paule Bonnet
Membro Titular – IRD/UnB

Brasília, 16 de fevereiro de 2011

Mercy mercy me (the ecology)

*Oh, mercy mercy me
Oh, things ain't what they used to be
No, no
Where did all the blue sky go?
Poison is the wind that blows
From the north, east, south, and sea
Oh, mercy mercy me
Oh, things ain't what they used to be
No, no
Oil wasted on the oceans and upon our seas
Fish full of mercury
Oh, mercy mercy me
Oh, things ain't what they used to be
No, no
Radiation in the ground and in the sky
Animals and birds who live nearby are dying
Oh, mercy mercy me
Oh, things ain't what they used to be
What about this overcrowded land?
How much more abuse from man can you stand?
My sweet Lord
My sweet Lord
My sweet Lord*

*Marvin Gaye
What's going on (1971)*

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de estudos de doutorado e doutorado sanduíche e por demais incentivos à pesquisa.

Ao programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, aos professores e técnicos com quem tive aulas e formaram parte da minha vida acadêmica.

À professora Claudia Padovesi Fonseca, pela orientação e assistência no desenvolvimento do trabalho de tese.

Aos membros da banca examinadora pelas valiosas sugestões.

Ao IBAMA pela licença concedida para a realização do trabalho de campo (SISBIO: 16058-1).

Ao Institut de Recherche pour Le Développement da França (IRD): à equipe do projeto CARBAMA (Ciclo do Carbono no Rio Amazonas) sob coordenação do Dr. Gwenaël Abril da Universidade Federal de Amazonas (UFAM) e à Dra. Marie-Paule Bonnet e Patrick Styler (UnB/IRD) do projeto IRD- CNPq (Hidro-Geodinâmica atual da Bacia Amazônica) e ao Laboratório de Geoquímica (LAGEQ) do Instituto de Geociências da UnB sob coordenação do Dr. Geraldo Rezende Boaventura por terem aceitado viabilizar a logística do meu trabalho de campo, pelas análises físico-químicas e pelo banco de dados fornecidos para a realização da tese.

À professora Neusa Hamada (INPA) pela orientação durante o doutorado-sanduíche, obrigada por ter me recebido com tanto carinho em Manaus e por ter me dado todo o apoio para a realização do meu trabalho.

Aos especialistas que ajudaram à identificação taxonômica de invertebrados aquáticos: Trichoptera, Dra. Ana Maria Pes, do Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia (INPA/DCEN); Mollusca, MSc. Daniel Pimpão, da Coleção de invertebrados do INPA; Ephemeroptera, MSc. Paulo Vilela Cruz (INPA); Coleoptera, Nelson Ferreira Jr., da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Odonata, MSc. Ulisses Gaspar Neiss (INPA); Cladocera, mestrando Francisco Diogo Rocha Sousa (PGECL/UnB).

Ao professor Marcos Callisto da UFMG, que me deu a chance de retornar ao Brasil, obrigada pela oportunidade de recomeçar o caminho de aprendizado que me levou até aqui. A meus colegas do laboratório de Ecologia de Bentos da UFMG: Augusto Oliveira, Silvia Dutra, Juliana França, Joana D'Arc de Paula, Pablo Moreno, Wander Ferreira, Michael Goulart, Marcelo Moretti, Raphael Ligeiro: agradeço ter tido a chance de trabalhar e aprender com vocês.

A meus pais por terem me dado sempre seu apoio incondicional. Não tivesse terminado a tese sem vocês do meu lado, o empurre que precisei nos últimos meses vieram da sua força e da energia da nossa família.

A minha irmã Teresa, por ter me ajudado na fase final de escrever a tese, por não ter deixado que me falte nada para que possa trabalhar com calma e por ter me ajudado na formatação.

A minha irmã Paola e irmão Milton por terem assistido a minha defesa por ter me dado o apoio emocional que precisava para passar esta etapa.

A minha irmã Corina e sobrinha Ana Paula, foram a força que precisava no momento de maior incerteza. Estando comigo, me fazendo companhia, no dia a dia, foi crucial para retomar o caminho da tese.

Aos meus amigos, minha segunda grande família, a todos os que estão espalhados pelo Brasil e pelo Peru, só tenho que agradecer seu imenso carinho, tenho muita sorte de que formem parte da minha vida.

Aos meus *roommates*: Fabiola, Belzinha, Luciana, Leo, Rosi, Sabrina, Plauto, Tristan, Carmen, Lilian, Rodrigo e Daniel, foi muito bom compartilhar a nossa casa em todos estes anos em Brasília.

À turma de amigos “brasilienses” que fiz durante o doutorado: Lilian Manica, Aryanne Amaral, Galiana Lindoso, Alexandro Solórzano, Samuel Astete, Luane Santos, Iona’i Moura, Priscila Albertasse, Marina Delgado, Nadinni Sousa, Daniel Gressler e Clarisse Rocha. Foi muito bom compartilhar com vocês a vida em Brasília. Ter uma turma de amigos como vocês faz toda a diferença. Nos momentos mais difíceis ter contado com o seu apoio foi vital para voltar para o caminho certo. Brasília sem vocês não é nem será a mesma. As saudades sempre serão muitas.

À turma de amigos “manauaras” que fiz durante minha estadia em Manaus: Sheyla, Vivian, Ana, Nayra, Livia, Paty, Gisele, Galileu, Cicero, Jeferson e à turma de triadores mais animados da entomologia aquática no INPA, obrigada por terem me acolhido ai.

A todos os que direta ou indiretamente colaboraram para a elaboração da tese, muito obrigada.

RESUMO

As planícies de inundação do rio Amazonas são habitats para as mais diversas comunidades de macrófitas aquáticas e os macroinvertebrados destacam-se como um dos principais constituintes da sua fauna associada. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar as comunidades de macroinvertebrados aquáticos associadas às macrófitas herbáceas em termos de densidade e riqueza de grupos taxonômicos e grupos funcionais tróficos em lagos de várzea da Amazônia Central. O estudo foi realizado no lago Janauacá próximo à cidade de Manaus (AM) e no lago Grande de Curuai próximo à cidade de Santarém (PA). Estes lagos recebem influência direta do Rio Solimões e Amazonas, respectivamente. O estudo foi conduzido no período de cheia de 2008 e 2009. Foram realizadas as amostragens de macroinvertebrados com auxílio de um amostrador circular com rede de 250 µm de malha em estandes de macrófitas com dominância de plantas herbáceas na região litorânea dos lagos e também, medições de superfície de parâmetros físico-químicos da água em ambos lagos e no rio Solimões e Amazonas. Os resultados obtidos em 2008 na comparação dos lagos Janauacá e Curuai apresentaram diferença significativa para as concentrações de cálcio, potássio, carbonato, sulfato e cloro. Não foram observadas diferenças significativas para as demais variáveis. No lago Janauacá em comparação com o rio Solimões houve menor concentração média de Ca^{2+} e HCO_3^- e a condutividade elétrica também foi 66% menor. Na várzea do lago Grande de Curuai, para o mesmo período de estudo, os valores médios obtidos das variáveis físico-químicas foram similares aos obtidos no rio Amazonas. Em períodos de cheia a maior conectividade da várzea do lago Curuai com o rio Amazonas através dos diversos igarapés e canais contribui à maior semelhança nas características físico-químicas das suas águas. Estudos da estimativa de riqueza de táxons da comunidade de macroinvertebrados aquáticos mostraram que os estandes de macrófitas aquáticas com predominância de plantas herbáceas do tipo não gramíneas detêm uma maior riqueza de táxons de macroinvertebrados associados. Os resultados da riqueza e densidade de macroinvertebrados sob o ponto de vista dos grupos funcionais tróficos deram maior informação sobre as composições dos grupos tróficos nos diferentes estandes de macrófitas dominadas por gramíneas e não gramíneas onde o GFT predador e raspador apresentaram as maiores diferenças em termo de representatividade relativa (%).

ABSTRACT

The floodplains of Amazon River are habitat for diverse communities of aquatic macrophyte macroinvertebrates stand out as a mean constituent of its fauna. The aim of this study was to characterize the macroinvertebrates associated with macrophytes in terms of density and richness of taxonomic groups and trophic functional groups in floodplain lakes of Central Amazon. The study was carried out in Janauacá lake, near to Manaus city (AM) and Grande de Curuai lake near to Santarém city (PA). These lakes receive direct influence of the Solimões and Amazon river, respectively. The study was conducted during flooded period in 2008 and 2009. Macroinvertebrates were collected with net-sampling with 0,07 m² area and 250 mm in mesh in stands of macrophytes with dominance of herbaceous plants in the littoral region of lakes and also surface measurements of physical-chemical parameters in both lakes and Solimões and Amazonas river were collected. Janauacá and Curuai lakes had significant differences in the concentrations of calcium, potassium, carbonate, sulfate and chloride. There were no significant differences for other variables. In Janauacá lake compared with the Solimões River there was a lower mean concentration of Ca²⁺ and HCO₃⁻ and electrical conductivity was also 66% lower in the lake. Physico-chemical variables were similar in Grande de Curuai Lake and Amazon River. In periods of full connectivity of this lake with the Amazon River by channels and streams contributes to the greater similarity in the physicochemical characteristics of its waters. Estimate richness of aquatic macroinvertebrates taxa showed that the stands of macrophytes with a predominance of herbaceous plants “non grasses” have abundance of macroinvertebrates taxa associated. The results of macroinvertebrate richness and density from the point of view of functional trophic groups gave more information on the composition of trophic groups in different macrophyte stands dominated by herbaceous “grass” type and herbaceous “no grass” type. Functional trophic groups predator and scraper showed the greatest differences in terms of relative representativeness (%).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Flutuações extensivas do nível de água resultam em típicas fases terrestres e fases aquáticas.	3
Figura 2- Migração de peixes e mamíferos terrestres entre o canal do rio, os lagos da planície de inundação, a planície de inundação e a terra firme em diferentes estágios do nível da água.....	4
Figura 4- Sazonalidade do volume de água armazenada no lago Janauacá (AM) para os anos de 1995 a 2008.....	18
Figura 5- Localização geográfica da várzea do lago Grande do Curuai (PA).....	19
Figura 6- Dinâmica do nível d'água na várzea do lago Grande de Curuai (PA) no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2002.....	21
Figura 7- Mapa esquemático com a divisão dos lagos que compõem o sistema várzea do lago Grande de Curuai no período de seca (PA).....	22
Figura 9- Localização esquemática dos pontos amostrais na várzea do lago Grande de Curuai (PA) para medição de parâmetros físico-químicos da água no período de cheia de maio de 2008 (●) e julho de 2009 (Δ).....	24
Figura 10- Localização dos 13 pontos amostrais no rio Solimões e rio Amazonas para medição de parâmetros físico-químicos da água no período de cheia de maio de 2008.....	24
Figura 11- Localização do lago Janauacá (AM) com a distribuição esquemática dos 30 pontos amostrais para estudo dos macroinvertebrados aquáticos associados à macrófitas.....	26
Figura 12- Localização do lago Grande de Curuai (PA) com a distribuição esquemática dos 33 pontos amostrais para estudo dos macroinvertebrados aquáticos associados à macrófitas	27
Figura 15- Riqueza estimada pelo procedimento Jackknife (Jack1) no lago Janauacá (AM) durante os períodos de coleta (2008–2009)..	42
Figura 16- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados entre os dois períodos de coleta no lago Janauacá (AM) através de curvas de rarefação baseadas em amostras (a) e readequadas para indivíduos (b)..	43
Figura 19- Riqueza estimada de táxons de macroinvertebrados associados a macrófitas “gramíneas” e “não gramíneas” pelo procedimento Jackknife 1 nos períodos de coleta 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM).....	51

Figura 20- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados nos dois períodos de coleta 2008 (a) e 2009 (b) no lago Janauacá (AM) utilizando curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau).....	52
Figura 21- Riqueza estimada pelo procedimento Jackknife 1 no lago Grande de Curuai(PA) nos períodos de coleta 2008-2009.	53
Figura 22- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados entre os dois períodos de coleta no lago Grande de Curuai (PA) por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras (a) e readequadas a indivíduos (b) (Mao Tau).	54
Figura 23- Ordenação dos pontos amostrais no lago Grande de Curuai (PA) baseada na composição (densidade) de macroinvertebrados coletados no período de maio de 2008.....	55
Figura 24- Ordenação dos pontos amostrais no lago Grande de Curuai (PA), baseado na composição (densidade) de macroinvertebrados coletados no período de julho de 2009. Símbolos representam o tipo de predominância de macrófitas nos pontos amostrais (Legenda= símbolos em negro a categoria “gramíneas”; símbolos em branco, “não gramíneas”)......	56
Figura 25- Riqueza estimada de táxons de macroinvertebrados associados às macrófitas “gramíneas” e “não gramíneas” pelo Método Jackknife 1, em 2008 e 2009, no lago Grande de Curuai(PA).....	63
Figura 26 - Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados nos dois períodos de coleta 2008 (a) e 2009 (b) no lago Grande de Curuai (PA) por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau)..	64
Figura 27- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados nos períodos de coleta 2008(a) e 2009(b) estimadas por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau).	66
Figura 28- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados em gramíneas e não gramíneas de 2008 e 2009 por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau).	67
Figura 29- Táxons de macroinvertebrados com maiores freqüências e com maiores densidades médias no lago Janauacá (a) e no lago grande de Curuai (b) coletados no período de estudo de 2009 nos estandes de macrófitas com predominância de “não gramíneas”	68

Figura 30- Riqueza relativa dos grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados associados a macrófitas entre 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA).	71
Figura 31 - Densidade relativa dos grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados associados a macrófitas entre 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA).	72
Figura 32 - Riqueza relativa (%) de grupos funcionais troficos por categoria de macrofitas: gramíneas (Gram) e não gramíneas (Ngram) em 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) (a) e lago Grande de Curuai (PA) (b).	74
Figura 33 - Densidade relativa (%) de grupos funcionais tróficos por categoria de macrófitas: gramíneas (Gram) e não gramíneas (Ngram) em 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) (a) e lago Grande de Curuai (PA) (b).	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupos de invertebrados associados à macrófitas aquáticas em ordem decrescente de densidade (Dens. = indivíduos/100g de peso seco) coletados planície de inundação do alto rio Paraná.....	26
Tabela 2- Diferenças entre as concentrações de cátions e ânions da várzea do lago Grande de Curuai (PA) e do lago Janauacá (AM) durante o período de estudo de maio de 2008.	36
Tabela 3- Correlação entre as variáveis físico-químicas da água e os eixos 1 e 2 da análise de Componentes Principais durante o período de estudo de 2008 do lago Janauacá (AM) e lago Grande de Curuai (PA).	38
Tabela 4 - Resultados dos valores obtidos nas medições dos parâmetros físico-químicos em maio de 2008 no lago Janauacá (AM), no lago Grande de Curuai (PA) (valores médios) e no rio Solimões (AM) e rio Amazonas(PA) (P=Ponto amostral)	40
Tabela 5 - Número de indivíduos (N), densidade média (ind/m ²) ± Desvio padrão (DP) e frequência de ocorrência (%) de macroinvertebrados aquáticos coletados no lago Janauacá (AM), em maio de 2008 e março de 2009.	47
Tabela 7- Número de indivíduos (N), densidade média (ind/m ²) ± Desvio padrão (DP) e frequência de ocorrência (%) de macroinvertebrados aquáticos associados a macrófitas coletados no lago Grande de Curuai (PA), em maio de 2008 e julho de 2009.	58
Tabela 9– Táxons de macroinvertebrados aquáticos coletados no Lago Janauacá (AM) e Lago Grande de Curuai (PA) organizados em grupos funcionais tróficos (GFT). (Pr= predador; Ras-herb= raspador-herbívoro; Col-filt= coletor-filtrador; col-apa= coletor-apanhador; frag= fragmentador)	69
Tabela 10 – Diferença entre os lagos Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA) quanto à densidade e riqueza de grupos funcionais tróficos (GFT) dos macroinvertebrados em 2008 e 2009.	73

LISTA DE ANEXOS

Tabela A- Coordenadas geográficas de localização dos pontos de coleta e resultados dos parâmetros físico-químicos, ânions e cátions principais obtidos durante o período de estudo de maio de 2008 e março de 2009 no lago Janauacá (AM).....	100
Tabela B- Coordenadas geográficas de localização dos pontos de coleta e resultados dos parâmetros físico-químicos, ânions e cátions principais obtidos durante o período de estudo de maio de 2008 e março de 2009 na várzea do lago Grande de Curuai (AM).....	101
Tabela C- Coordenadas geográficas de localização dos pontos de coleta e resultados dos parâmetros físico-químicos, ânions e cátions principais obtidos durante o período de estudo de maio de 2008 no rio Solimões (AM) e rio Amazonas (AM e PA)	102
Tabela D- Abundância relativa (%) de macroinvertebrados para cada categoria de dominância de macrófitas no lago Janauacá (AM), em cada período de estudo	103
Tabela E- Abundância relativa (%) de macroinvertebrados para cada categoria de dominância de macrófitas no lago Curuai (PA), em cada período de estudo.....	104

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Fundamentação teórica: A bacia amazônica e a planície de inundação.....	1
1.2. Macrófitas aquáticas na planície de inundação amazônica.....	7
1.3. Macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas aquáticas na planície de inundação amazônica.....	10
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. HIPÓTESES.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Área de estudo.....	16
4.1.1. Lago Janauacá (AM).....	16
4.1.2. Lago Grande de Curuai (PA).....	18
4.2. Métodos de amostragens.....	23
4.2.1. Parâmetros físico-químicos da água.....	23
4.2.2. Macrófitas aquáticas e macroinvertebrados associados.....	25
4.3. Triagem e identificação de macroinvertebrados aquáticos.....	29
4.4. Análise dos dados.....	29
5. RESULTADOS.....	33
5.1. Características físico-químicas da água dos lagos.....	33
5.2. Macroinvertebrados aquáticos.....	41
5.2.1. Lago Janauacá.....	41
5.2.2. Lago Grande de Curuai.....	53
5.2.3. Comparação da abundância e riqueza entre o lago Janauacá e o lago Grande do Curuai.....	65
5.2.4. Grupos Funcionais Tróficos (GFT).....	69
6. DISCUSSÃO.....	76
6.1. Características físico-químicas da água dos lagos.....	76
6.2. Macroinvertebrados aquáticos associados a macrófitas.....	79
7. CONCLUSÃO.....	83
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	101
9. ANEXOS.....	114

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Fundamentação teórica: a bacia amazônica e a planície de inundação

A Bacia do Rio Amazonas possui o mais importante rio do planeta em termos de superfície de drenagem e fluxo, abrange aproximadamente 7.000.000 km² de área, na qual, uma planície de floresta tropical úmida de 4.600.000 km² se espalha de forma quase contínua (Keddy *et al.*, 2009). Situa-se entre os paralelos 5° Norte e 20° Sul e meridianos 46° a 79° Oeste, estendendo-se por sete países da América do Sul: Brasil (63%), Peru (16%), Bolívia (12%), Colômbia (5,6%), Equador (2,3%), Venezuela (0,6%) e Guiana (0,2%). Esta bacia é limitada ao Norte pelos relevos do Escudo das Guianas, ao Oeste pela Cordilheira dos Andes, ao Sul pelo Escudo brasileiro, enquanto ao Leste é limitada pelo Oceano Atlântico (Sioli, 1984a; Molinier *et al.*, 1996).

A bacia amazônica está submetida a um regime de precipitações essencialmente de origem atlântica e recebe em média 2.460 mm/ano. Na parte brasileira da bacia, a distribuição sazonal das precipitações demonstra diferenças sensíveis entre o Norte e o Sul. Ao Norte do Equador (bacia do Rio Negro), o máximo pluviométrico é observado de maio a julho, enquanto que ao Sul da bacia, de dezembro a março. A metade do volume das precipitações retorna à atmosfera em forma de vapor d'água devido à evapotranspiração da floresta amazônica (Molinier *et al.*, 1994). Devido ao volume de precipitações do clima equatorial, a vazão do rio Amazonas tem em média 175.000 m³/s e representa de 1/5 a 1/6 da água que todos os rios de todos os continentes em conjunto levam aos oceanos (Sioli, 1984).

A bacia amazônica abriga uma das mais extensas áreas alagáveis do mundo (Keddy & Fraser, 2005). As estimativas mais recentes do mapeamento da largura da bacia usando imagens de satélite JERS-1 registram uma área inundável de cerca de 800.000 km² (Melack & Hess, 2010).

No Brasil, a planície de inundação da Amazônia Central estende-se por mais de 100.000 km² ao longo da calha principal do rio ou 350.000 km² se contabilizarmos o fluxo dos rios de pequena ordem (Melack *et al.*, 2009).

As planícies de inundação são as áreas periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pelo regime de chuvas ou águas subterrâneas. Flutuações extensivas do nível de água resultam em típicas fases terrestres e fases aquáticas. Devido a processos de sedimentação desiguais, as planícies de inundação representam um padrão complexo de diferentes habitats, alguns com maior volume de água que outros: rios, lagos, várzeas, igapós, savanas, chavascas e buritizais (Sioli, 1984a; Junk & Howard-Williams, 1984; Junk *et al.*, 1989; Forsberg *et al.*, 2008; Wittmann *et al.*, 2010).

A principal força da dinâmica na planície de inundação é o padrão sazonal de oscilação do nível da água, o pulso de inundação é centrado no intercâmbio lateral de água, nutrientes e organismos entre o canal do rio (ou lago) com a planície de inundação (Junk *et al.*, 1989). Assim, o conceito de pulsos de inundação é baseado nas características hidrológicas do rio, em sua bacia de drenagem e em sua planície de inundação.

Diversas pesquisas citadas em Thomaz *et al.* (2007) mostraram que as diferenças em variáveis limnológicas (por exemplo: concentrações de nitrato e outros nutrientes, da clorofila-a e da condutividade elétrica) entre os habitats aquáticos de planícies de inundação (rio principal, rios secundários e lagos) diminuem com o incremento do nível de água, sugerindo que a inundação torna similares os habitats do sistema rio-planície de inundação (Junk, *et al.*, 1989) (Fig. 1). O efeito da homogeneização é resultado do incremento da conectividade durante os períodos de cheia total das águas (Thomaz *et al.*, 2007).



Figura 1- Flutuações extensivas do nível de água resultam em típicas fases terrestres e fases aquáticas. (Fonte : Junk *et al.*, 1989)

Quando as águas do rio começam a inundar as planícies de inundação, há um incremento na entrada de material orgânico e inorgânico (dissolvido e suspenso) provenientes do rio principal à planície de inundação. Habitats terrestres são inundados, grandes quantidades de biomassa se decompõem e a matéria orgânica e inorgânica depositada durante a fase terrestre é espalhada pela planície na subida da água. Os organismos terrestres migram para as áreas não inundadas ou apresentam adaptações à inundação; os organismos aquáticos podem migrar para a planície de inundação ou eclodir dos seus estágios de dormência. Além disso, invertebrados terrestres, frutos e sementes provenientes da floresta da planície são incorporados na cadeia alimentar aquática com a subida da água. Essas mudanças, entre outras, têm influência direta na flora e fauna terrestre e aquática na planície de inundação e rios e lagos conectados (Junk & Wantzen, 2004) (Fig. 2).

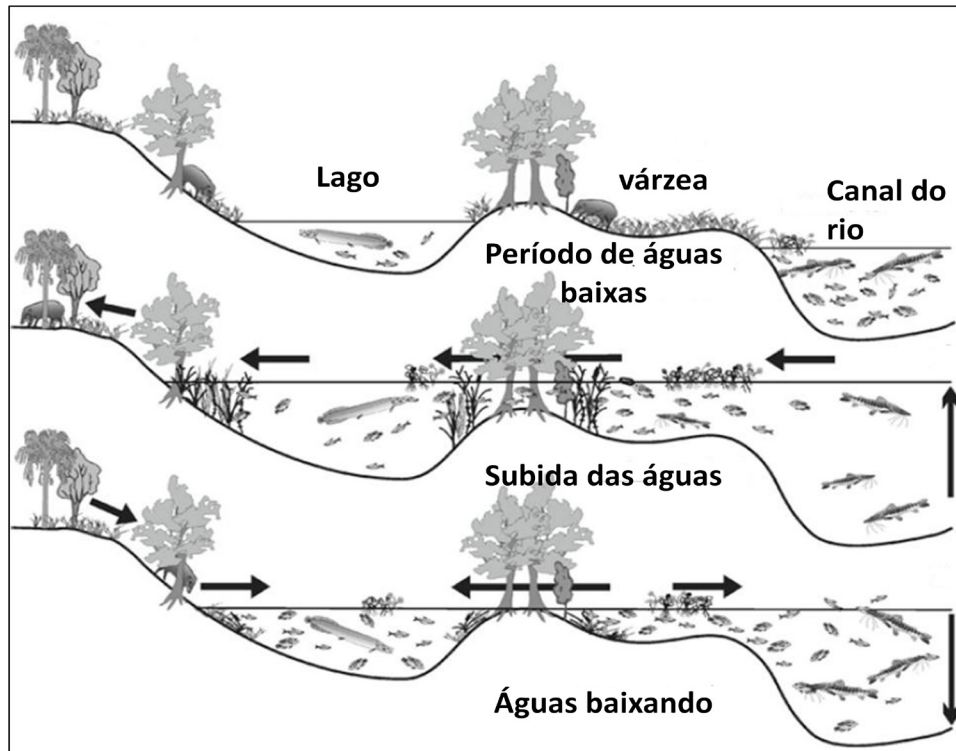


Figura 2- Migração de peixes e mamíferos terrestres entre o canal do rio, os lagos da planície de inundação, a planície de inundação e a terra firme em diferentes estágios do nível da água (Fonte: Junk *et al.*, 2010)

De acordo com as propriedades químicas e físico-químicas das águas, as planícies de inundação brasileiras são classificadas em dois grandes grupos: as várzeas, cobrindo aproximadamente 200.000 km² ou 4% da região amazônica brasileira, e os igapós que cobrem, aproximadamente, uma área de 100.000 km² ou 2% da região. Os rios associados às várzeas têm águas “brancas” e os rios associados a igapós tem águas “pretas” ou águas “claras” (Piedade *et al.*, 2010).

As águas “brancas” (turvas), originadas dos Andes, possuem alta concentração de partículas em suspensão, e apresentam pH neutro a básico (6,2-7,2), alcalinidade elevada e alto teor de nutrientes. As áreas de inundação dos rios de água “pretas” (transparentes, mas de cor marrom) como o rio Negro, originadas nas partes baixas da planície são chamadas de igapós e são ricas em matéria orgânica, tendem a ser ácidas, de baixa alcalinidade (pH 3,8- 4,9) e com baixo teor de nutrientes. As águas “claras”

(transparentes) como rio Tapajós e o Xingu possuem baixa concentração de sólidos em suspensão, pH instável (4,5-7,8) e quantidade bastante variável de nutrientes, em função do solo da bacia em que estão inseridas (Sioli, 1984; Junk *et al.*, 1989; Goulding, 1993; Junk, 1997b).

Por se localizarem em regiões planas, marginais ao rio, as várzeas são compostas por lagos temporários e lagos permanentes interconectados e conectados ao curso principal (Irion *et al.*, 1997). Estes sistemas são periodicamente inundados pelo transbordamento lateral de rios ou lagos, pela precipitação direta, pelo escoamento superficial das bacias de drenagem ou pela infiltração das águas subterrânea (Junk, 1997b).

As características físico-químicas das águas dos lagos de várzea são dependentes das propriedades do solo e da geologia de sua bacia de drenagem (Junk, 1997a). As características físico-químicas próprias de lagos de várzea tornam-se mais evidentes quando observamos em baixos níveis das águas nos lagos, durante o período de seca, a variabilidade na qualidade e quantidade do material em suspensão liberados principalmente do sedimento acumulado no fundo dos lagos de várzea (Barroux, 2006; Trevisan & Forsberg, 2007). Enquanto que, no período de cheia, as características físico-químicas das águas dos lagos de várzea recebem uma grande influencia dos rios principais devido à sua proximidade, sendo um dos fatores de importância ecológica que determina muitas vezes a ocorrência ou a ausência de certas espécies de animais ou plantas aquáticas (Sioli, 1957; Sioli, 1984b).

Todos os conceitos abordados até aqui, demonstram a dificuldade de se classificar muitos dos sistemas aquáticos na Amazônia. A origem dos rios na região é devido à história geológica, litologia, clima, relevo, solo e cobertura vegetal da bacia de

drenagem, não sendo sempre fácil classificar o rio ou lago dentro de um tipo distintivo tanto no espaço como no tempo (Sioli, 1984a).

O mesmo é observado para os lagos. Os parâmetros químicos nos lagos de várzea são influenciados pela mistura dos diferentes tipos de água, onde o rio principal de águas *brancas* proporciona água rica em nutrientes minerais e de pH neutro, enquanto os tributários que drenam as terras firmes não inundáveis e as chuvas proporcionam a água pobre em nutrientes e de pH ácido. Além disso, os processos bióticos e abióticos que ocorrem na várzea modificam a qualidade da água, como por exemplo, os processos de sedimentação, os processos de decomposição, as trocas iônicas entre água e sedimento e a captação ou liberação de substâncias pelas plantas ou animais (Junk, 1984).

Os lagos de várzea de maiores dimensões estão permanentemente conectados com os rios principais através de longos e profundos canais chamados de “furos” e assim seus níveis de água permanecem semelhante aos do rio, exceto durante os períodos de águas baixas, quando suas águas começam a drenar para o rio e suas medidas e profundidades começam a diminuir podendo chegar até a 1 m de profundidade (Irion *et al.*, 1997).

Um fator determinante das condições físico-química dos lagos de planícies de inundação é a proporção da zona de transição terrestre-aquática (ATTZ, *sensu*, Junk, 1997a) vs. área da bacia do lago (LBA). Lagos com uma grande proporção ATTZ/LBA estão sujeitos a maiores mudanças nas condições ambientais seguindo o pulso de inundação. Por exemplo, no período de águas baixas, com a exposição do fundo dos lagos os nutrientes limitados ao sedimento se tornam viáveis para as plantas em crescimento durante a fase terrestre (Furch & Junk, 1997).

Durante o pulso de inundação, os lagos recebem entradas elevadas de nutrientes e matéria orgânica do rio e das florestas circundantes (Rai & Hill 1984, Thomaz *et al.*, 2007). Pulso de inundação previsíveis, como da bacia Amazônica, com longas fases terrestres e aquáticas permitem uma maior exploração dos recursos disponíveis (Tockner *et al.*, 2000).

Pesquisas demonstraram a contribuição à produção primária autóctone nas planícies de inundação da Amazônia Central dos diferentes tipos de vegetação. A produção primária na planície de inundação é impulsionada pela produção das florestas alagáveis (62%), macrófitas (34%), com menores contribuições do fitoplâncton e perifíton (<3%) (Melack *et al.*, 2009).

Os principais fatores determinantes da distribuição da vegetação nas planícies de inundação são: a duração das fases terrestre e aquática, a estabilidade física do habitat influenciada pela sedimentação, erosão, fluxo e ação do vento, processos sucessionais relacionados ao ciclo de vida das espécies e idade do hábitat e a impactos antrópicos. As interações destes fatores junto com a dinâmica do pulso de inundação determinarão a distribuição das espécies vegetais nos diferentes habitats: submersos, flutuantes, enraizados com folhas flutuantes e emergentes (Junk, 1984; Junk & Piedade, 1997; Junk & Piedade, 2002).

1.2. Macrófitas aquáticas na planície de inundação amazônica

As planícies de inundação de rios de “*água brancas*” são habitats com as mais diversas comunidades de macrófitas aquáticas (Junk & Howard-Williams, 1984). Entre elas, as plantas herbáceas têm um papel importante, ocupam uma grande área e servem de substrato na interface entre ambientes aquáticos e terrestres. Por possuírem ciclos de vida curtos e altas taxas reprodutivas, são capazes de colonizar rapidamente numerosos

habitats nas planícies de inundação, o que as coloca em posição chave como habitat para a fauna aquática e terrestre (Junk & Piedade, 1997; Piedade *et al.*, 2010).

As plantas herbáceas das áreas alagáveis amazônicas apresentam uma alta diversidade, sendo reportadas na Amazônia Central aproximadamente 400 espécies pertencentes aos mais diferentes grupos taxonômicos (Piedade *et al.*, 2010). Muitas destas espécies apresentam adaptações específicas que permitem a sobrevivência durante os períodos de cheia, mesmo que o seu principal período de crescimento ocorra durante a fase seca (Junk & Piedade, 1997). Estas plantas representam os mais importantes grupos funcionais vegetais das planícies de inundação. São, freqüentemente, os primeiros colonizadores de áreas recém expostas, e desempenham um papel-chave nos processos de sucessão na planície de inundação (Junk & Piedade, 1997).

As herbáceas aquáticas também têm papel fundamental nas áreas alagáveis devido às suas múltiplas funções ecológicas, servindo de abrigo e fonte de alimento para muitos organismos da fauna aquática (Takeda *et al.*, 2003; Milani *et al.*, 2010). Dada à alta taxa de decomposição de sua biomassa, tanto na fase terrestre quanto na fase aquática do ciclo hidrológico, elas enriquecem as áreas alagáveis associadas. A introdução da biomassa de herbáceas aquáticas é muito alta, assim como a sua produtividade primária líquida, que pode variar entre 2.400 e 3.500 g/m² por ano dependendo da duração do período de cheia (Silva *et al.*, 2009) sendo por tanto, de importância capital para os estoques de carbono locais e regionais (Piedade *et al.*, 2005).

Algumas espécies de gramíneas conhecidas na região como “capim” são dominantes nas planícies de inundação: *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc., *Paspalum fasciculatum* Willd. ex Flueggé, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees e *Paspalum repens* auct. non Berg. Todas as espécies são C4, com exceção de *H.*

amplexicaulis. Espécies flutuantes (não sendo gramíneas), como *Pistia stratiotes* L. (Araceae), *Salvinia auriculata* Aubl. (Salvinaceae) e *Eichhornia* sp. (Pontederiaceae) também são ubíquas (Silva, 2009).

Durante o período de aumento do nível de água, variações rápidas nas taxas de aumento podem mudar a estrutura das comunidades de macrófitas aquáticas, favorecendo algumas espécies e suprimindo outras. Isso porque as taxas de crescimento de plântulas de algumas espécies não são capazes de manter-se com o aumento rápido do nível de água como é o caso de *Oriza perennis* e *H. amplexicaulis*. Quando os níveis de água baixam, a maioria das plantas que cresceram na fase aquática secam ou são arrastadas pela corrente de água recuando para o rio principal. As partes das plantas adultas remanescentes que sobrevivem nas encostas das formações terrestres são as sementes e esporos, que são importantes para a sobrevivência ao pulso de inundação (Junk & Piedade, 1997).

A vegetação da planície de inundação oferece uma grande variedade de superfícies que podem ser colonizadas por diversos grupos de animais. As espécies flutuantes “não gramíneas” como *Eichhornia* sp. desenvolvem um sistema radicular denso que pode perfazer de 40 a 50% da biomassa total da planta, as espécies flutuantes “gramíneas” como *Paspalum* sp formam raízes adventícias nos nós dos colmos para a absorção de água e minerais.

As partes submersas da vegetação flutuante constroem um sistema de raízes e rizoma interligados fazendo um biótopo especial que abriga diversos organismos aquáticos, algas sésseis, zoo e fitoplâncton, invertebrados incluindo muitas espécies de larvas de insetos, moluscos, crustáceos e peixes juvenis e adultos (Junk & Howard-Williams, 1984; Heckman, 1998 a, b). Além de oferecer diversos habitats para os invertebrados, os sistemas submersos de raízes pode reter abundantes detritos (Poi de

Neiff et al. , 1994). Essas raízes e os detritos que a elas se associam propiciam abrigo e alimento para organismos aquáticos como larvas de peixes e outros pequenos organismos invertebrados e vertebrados, sendo a distribuição dessas espécies associada a esse micro habitat. A retenção de detritos favorece o desenvolvimento do perifíton, que assimila muitos nutrientes disponíveis na coluna de água. Os detritos e o perifíton constituem importantes recursos alimentares, determinando a ocorrência e abundância de invertebrados em macrófitas aquáticas (Junk, 1997a; Takeda *et al.*, 2003).

Muitos outros organismos aquáticos e terrestres alimentam-se de invertebrados, detritos e algas associadas à vegetação inundável (Junk, 1997a; Junk & Robertson, 1997; Goulding, 1993; Piedade *et al.*, 2005). Recentemente tem sido sugerido que as macrófitas possam servir como uma fonte indireta de carbono para os peixes através do consumo de invertebrados que vivem nas planícies de inundação (Oliveira *et al.*, 2006). Pesquisas realizadas em lagos de várzea do baixo rio Solimões, destacam os estandes de macrófitas como hábitat importante para a ictiofauna, pois são utilizados para dispersão, reprodução, como local de alimentação, refúgio e berçário para os juvenis e espécies de pequeno porte (Prado *et al.*, 2010).

1.3. Macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas aquáticas na planície de inundação amazônica

Os macroinvertebrados destacam-se como um dos principais constituintes da fauna associada às macrófitas aquáticas em áreas alagáveis. Os invertebrados participam do fluxo de energia no ecossistema aquático, atuando como raspadores, filtradores e coletores de matéria orgânica (Merritt & Cummins, 1996). Assim, as macrófitas são uma importante fonte de alimento para algumas espécies de invertebrados herbívoros e detritívoros. Outras espécies usam essas plantas como substrato, refúgio e local para

alimentação de outras fontes como perifiton, bactérias, fitoplâncton e detritos arrastados até as raízes das plantas desde as águas abertas (Poi de Neiff *et al.*, 1994; Junk & Robertson, 1997).

Durante muito tempo a comunidade bentônica e a epifauna associada às macrófitas foram pouco estudadas nos ecossistemas de água doce das regiões tropicais, principalmente devido às dificuldades de amostragem e identificação taxonômica dos organismos (Junk, 1983; Esteves, 1988). Na última década, no entanto, extensos estudos têm sido desenvolvidos nas planícies de inundação do médio rio Paraná na Argentina e no Brasil para verificar os efeitos da perturbação nos recursos hídricos e para aumentar o conhecimento sobre o papel das comunidades de organismos aquáticos no funcionamento dos ambientes naturais (Albertoni *et al.*, 2001; Albertoni & Palma Silva, 2006 ; Cf. Takeda *et al.*, 2003).

Mudanças não somente na composição, mas também na abundância, diversidade e distribuição das comunidades de macroinvertebrados aquáticos em ambientes alagáveis estão relacionadas à composição, biomassa, riqueza de espécies e distribuição das comunidades de macrófitas aquáticas. Na planície de inundação do alto rio Paraná a análise da comunidade de invertebrados aquáticos de cinco espécies de macrófitas aquáticas (*Pistia stratiotes*, *Salvinia* sp., *Eichhornia azurea*, *Eichhornia crassipes*, *Paspalum repens*), mostrou algumas diferenças nas densidades de organismos (Tab. 1) (Takeda *et al.*, 2003).

Tabela 2 - Grupos de invertebrados associados à macrófitas aquáticas em ordem decrescente de densidade (Dens. = indivíduos/100g de peso seco) coletados planície de inundação do alto rio Paraná. *P. stratiotes*=*Pistia stratiotes*, *E. azurea*=, *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*=*Eichhornia crassipes*, *P. repens*=*Paspalum repens*, Dens=densidade (Fonte: Takeda *et al.*, 2003).

<i>P. stratiotes</i>	Dens.	<i>Salvinia</i>	Dens.	<i>E. azurea</i>	Dens.	<i>E. crassipes</i>	Dens.	<i>P. repens</i>	Dens.
Cladocera	25618	Ostracoda	20205	Chironomidae	2229	Cladocera	3241	Chironomidae	198
Ostracoda	23410	Chironomidae	18188	Cladocera	891	Chironomidae	1891	Acaniforme	139
Chironomidae	15607	Oligochaeta	18072	Ostracoda	379	Ostracoda	1298	Gastropoda	60
Oligochaeta	15448	Cladocera	13111	Copepoda	339	Copepoda	1089	Hemiptera	21
Copepoda	14401	Copepoda	4313	Oligochaeta	277	Conchostraca	544	Trichoptera	13
Acaniforme	5233	Culicidae	4085	Ephemeroptera	198	Coleoptera	460	Lepidoptera	11
Conchostraca	4498	Ceratopogonidae	3178	Lepidoptera	187	Lepidoptera	435	Copepoda	10
Lepidoptera	4416	Odonata	1897	Gastropoda	159	Oligochaeta	392	Ephemeroptera	9
Amphipoda	3853	Acaniforme	1735	Nematoda	107	Ephemeroptera	215	Oligochaeta	7
Coleoptera	2950	Nematoda	1710	Conchostraca	105	Acaniforme	192	Hirudinea	5
Nematoda	2780	Ephemeroptera	1662	Odonata	87	Gastropoda	187	Cladocera	5
Ephemeroptera	2750	Coleoptera	962	Coleoptera	65	Ceratopogonidae	160	Simuliidae	5
Culicidae	1911	Amphipoda	558	Acaniforme	64	Odonata	150	Coleoptera	4
Odonata	1597	Lepidoptera	149	Culicidae	50	Nematoda	146	Nematoda	2
Ceratopogonidae	1177	Hirudinea	94	Hirudinea	34	Hirudinea	143	Bivalvia	2
Gastropoda	719	Stratyiomidae	84	Hemiptera	33	Hemiptera	47	Odonata	2
Hemiptera	607	Conchostraca	57	Ceratopogonidae	33	Bivalvia	29	Ostracoda	1
Hirudinea	172	Trichoptera	48	Trichoptera	16	Trichoptera	9	Ceratopogonidae	1
Trichoptera	60	Hemiptera	27	Amphipoda	14	Amphipoda	7	Collembola	1
Stratyiomidae	27	Gastropoda	26	Bivalvia	4	Culicidae	5	Conchostraca	0
Collembola	19	Bivalvia	4	Collembola	2	Collembola	1	Amphipoda	0
Tabanidae	7	Collembola	3	Chaoboridae	0	Chaoboridae	1	Chaoboridae	0
Bivalvia	0	Chaoboridae	0	Simuliidae	0	Simuliidae	0	Tabanidae	0
Chaoboridae	0	Simuliidae	0	Tabanidae	0	Tabanidae	0	Culicidae	0
Simuliidae	0	Tabanidae	0	Stratiomyidae	0	Stratiomyidae	0	Stratiomyidae	0
Total	127.260		90.168		5.273		10.642		495

Modificações na estrutura e na composição da comunidade de macroinvertebrados aquáticos podem ocorrer devido a mudanças na viabilidade de recursos tróficos (Barbour *et al.*, 1999; Callisto *et al.*, 2001). De acordo com Merritt & Cummins (1996), o grupo que consome macrófitas, os fragmentadores herbívoros, constituem geralmente 9% de todos os táxons, os insetos que ocasionalmente qualificam como fragmentadores herbívoros somam mais de 14% de todos os táxons, 43% são predadores, seguido pelos coletores (29%), raspadores (11%) e fragmentadores-detritívoros (7%). Os organismos generalistas são mais eficientes nos lagos de várzeas ricos em nutrientes, onde o fitoplâncton, perifíton, plantas herbáceas terrestres e aquáticas se decompõem facilmente e bactérias e fungos associados estão disponíveis em grande quantidade (Junk & Robertson, 1997). Grupos de coletores, filtradores e predadores tendem a

umentar em regiões próximas às margens de lagoas. Essa suposição sustentada por Trivinho-Strixino *et al.* (2000) se deve ao fato de que o acúmulo de detritos em plantas aquáticas pode contribuir de forma decisiva para a presença de espécimes coletores como os quironomídeos (Insecta: Diptera) (Mormul, *et al.*, 2006).

Há em estudos ecológicos uma ampla variedade de métricas usando macroinvertebrados aquáticos para avaliar a diversidade, tais como medidas de riqueza (número de espécies ou unidades taxonômicas específicas encontradas numa amostra ou em um ponto de coleta); enumerações (contagem de todos os organismos coletados para estimar a abundância relativa de diferentes grupos taxonômicos, por exemplo número de indivíduos em ordens, famílias ou espécies, ou táxons dominantes dentro destes grupos) e medidas tróficas (porcentagem de indivíduos de diferentes categorias tróficas funcionais: fragmentadores, coletores, raspadores e predadores) (Cummins, 1973; Resh & Jackson, 1993; Barbour *et al.*, 1999; Cummins *et al.*, 2005).

Quantificar o número de espécies é o primeiro passo em qualquer estudo sobre diversidade biológica e um dos passos essenciais para avaliação do *status* de conservação, embora não seja uma tarefa fácil (Magurran & McGill, 2011).

A amostragem da biodiversidade é uma atividade que requer um intenso trabalho e, freqüentemente, tende a não ser suficiente para detectar toda ou, em último caso, a maioria das espécies presentes numa comunidade (Gotelli & Colwell, 2011). A contagem da riqueza de espécies é muito sensível ao número de indivíduos amostrados e ao número, tamanho e arranjo espacial das amostras coletadas. A estimativa de riqueza de espécies é uma das técnicas que parece oferecer uma solução para o problema de conhecer quanta diversidade existe (Magurran & Queiroz, 2010).

Nos últimos 20 anos têm sido desenvolvidos diversos estimadores de riqueza. Essas medidas usam informação da abundância ou ocorrência, particularmente espécies raras,

para gerar uma estimativa mínima de riqueza (Magurran & Queiroz, 2010). Estimativas não paramétricas de riqueza que usam informação sobre espécies raras em uma comunidade para ajustar o número de espécies presentes, mas não detectadas, são os caminhos mais promissores para estimar o número mínimo de espécies na comunidade (Gotelli & Colwell, 2011).

O problema é que muitas comunidades tropicais são caracterizadas pelo alto número de espécies raras e os intervalos de confiança destas estimativas de riqueza tendem a ser amplos, isto implica também que maiores números de amostras deveriam ser necessárias para ter maior certeza de estar incluindo todas as espécies no levantamento faunístico (Magurran & Queiroz, 2010).

Métodos de rarefação baseada em amostras e indivíduos estão sendo utilizados para avaliar se mais espécies são coletadas, pelo fato de haver maior densidade de indivíduos ou se isso é resultado de que as espécies são mais raras nos habitats tropicais (Gotelli & Colwell, 2011). Esses métodos permitem fazer comparações justas entre a diversidade de amostras baseada em números equivalentes de indivíduos e amostras (Colwell *et al.*, 2004).

Levando em consideração a importância de estudos de componentes da biodiversidade na região amazônica central, o presente trabalho tem como objetivo estudar a densidade e riqueza da fauna de macroinvertebrados associada a plantas aquáticas, assim como comparar a similaridade dos ambientes amostrados baseadas nesses organismos.

2. OBJETIVOS

2.2 Objetivo geral

Caracterizar as comunidades de macroinvertebrados aquáticos associadas às macrófitas em lagos de várzea da Amazônia Central, visando ampliar e integrar o conhecimento ecológico sobre as mesmas.

2.2. Objetivos específicos

Caracterizar o lago Janauacá (AM) e lago Grande de Curuai (PA) e o rio Solimões e Amazonas com base nas medidas dos parâmetros físico-químicos da água.

Caracterizar e quantificar a densidade e riqueza de grupos taxonômicos de macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas aquáticas do lago Janauacá e lago Grande de Curuai.

Caracterizar e quantificar a densidade e riqueza de grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados aquáticos e avaliar se há associação entre esses e os grupos dominantes de macrófitas nos lago Janauacá e lago Grande de Curuai.

3. HIPÓTESES

A densidade e riqueza de macroinvertebrados aquáticos associados aos estandes de macrófitas aquáticas dos lagos de várzea é maior em estandes de espécies de plantas herbáceas “não gramíneas” que em estandes de plantas herbáceas “gramíneas” devido à maior densidade observada no sistema de raízes destas plantas

A densidade e riqueza dos grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados aquáticos é maior em estandes de espécies de plantas herbáceas “não gramíneas” que em estandes de plantas herbáceas “gramíneas” nos lagos de várzea.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

Planícies de inundação, próximos de rios extensos, como o rio Solimões-Amazonas, são caracterizadas por um pulso de inundação monomodal e uma grande amplitude (Junk, 1997a). No estado de Amazonas, na região a montante da cidade de Manaus, na estação fluviométrica de Manacapuru no rio Solimões, o hidrograma observado é regular embora seja bimodal, com um pico de cheia máximo entre maio e agosto e um primeiro pico precoce observado entre janeiro e fevereiro. No estado de Pará, em Óbidos, a 850 km do oceano atlântico, as contribuições combinadas dos tributários meridionais e setentrionais, de regimes diferentes, associadas ao efeito regulador das zonas de inundação (várzeas), geram um hidrograma do rio Amazonas de pico unimodal e espalhado de abril a julho (Molinier *et al.*, 1994; Da Silva, 2010).

O lago Janauacá no estado de Amazonas e o lago Grande Curuai no estado de Pará foram os locais de cloeta escolhidos para o presente trabalho.

4.1.1. Lago Janauacá (AM)

A várzea de Janauacá (03°21'12" - 03°23'28" Sul e 60°13'28" - 60°20'48" Oeste), abrange uma área de aproximadamente 900 km² na margem direita do Rio Solimões, distando aproximadamente 110 km da cidade de Manaus (AM), entre a desembocadura do rio Manacapuru e a várzea da ilha da Marchantaria.

Essa região é relativamente pequena, pertencente ao município de Careiro Castanho (AM). Caracteriza-se por apresentar vários lagos rasos (1 a 6 m de profundidade), entre os quais temos os lagos: Castanho, Jutáí Grande, Jutáí Pequeno e Jacaré (Rai & Hill, 1984). É um complexo misto de águas pretas nos seus ramos inferiores que se originam na própria planície próximas às florestas e de águas claras de

várzea na porção Norte proveniente dos Andes (i. e, rio Solimões) (Da Silva, 2010) (Fig. 3).

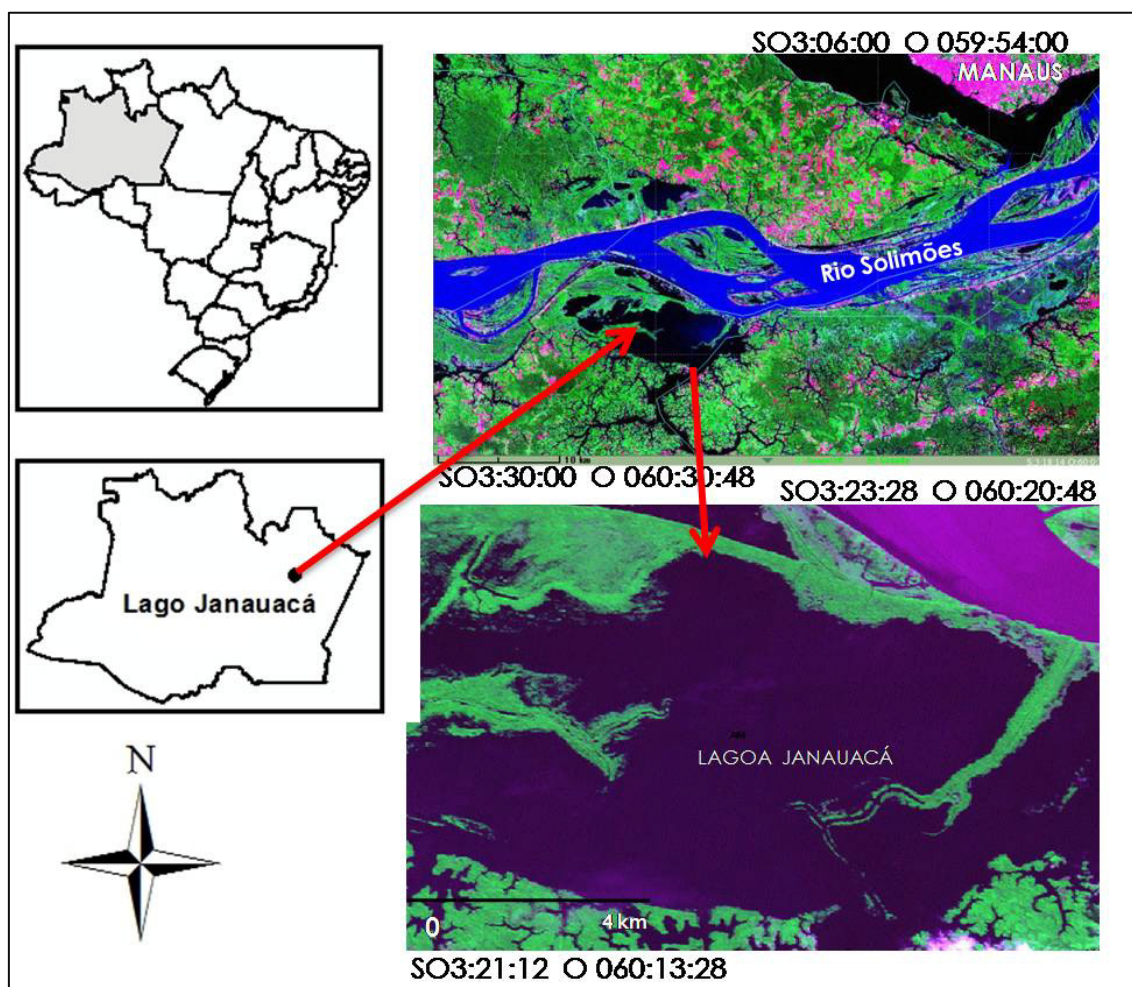


Figura 3- Localização geográfica da várzea do lago Janauacá (AM) (Fonte: Inpe, 2010).

O lago Janauacá tem uma área de superfície de 67,71 km². Dependendo da época do ciclo hidrológico se conecta com o rio Solimões por um canal de aproximadamente 12 m de largura. Desde 2006 vem sendo estudada a biogeoquímica do lago dentro do projeto do HyBAm (HyBAm, 2010).

Dados batimétricos medidos no lago Janauacá demonstram que a profundidade alcançada no lago principal em período de cheia oscila ente 6 e 11 m de profundidade (Ghirad, 2008). A variação de volume de água armazenada no lago indica que a

inundação se desenvolve sobre vários meses e permanece em sua superfície máxima durante algumas semanas. A estiagem inicia-se no mês de agosto e se estende até janeiro, apresentando, com mais frequência, os volumes mínimos nos meses de novembro e dezembro; o período de cheia abrange de fevereiro a julho, progredindo lentamente, onde os volumes máximos são encontrados mais frequentemente entre os meses de maio e junho, com um primeiro pico observado entre janeiro e fevereiro. O volume médio de água armazenado no lago Janauacá é de 2,25 km³ por ciclo hidrológico, com o máximo de aproximadamente 6 km³ observado nos anos de 2002 e 2008 (Da Silva, 2010) (Fig. 4).

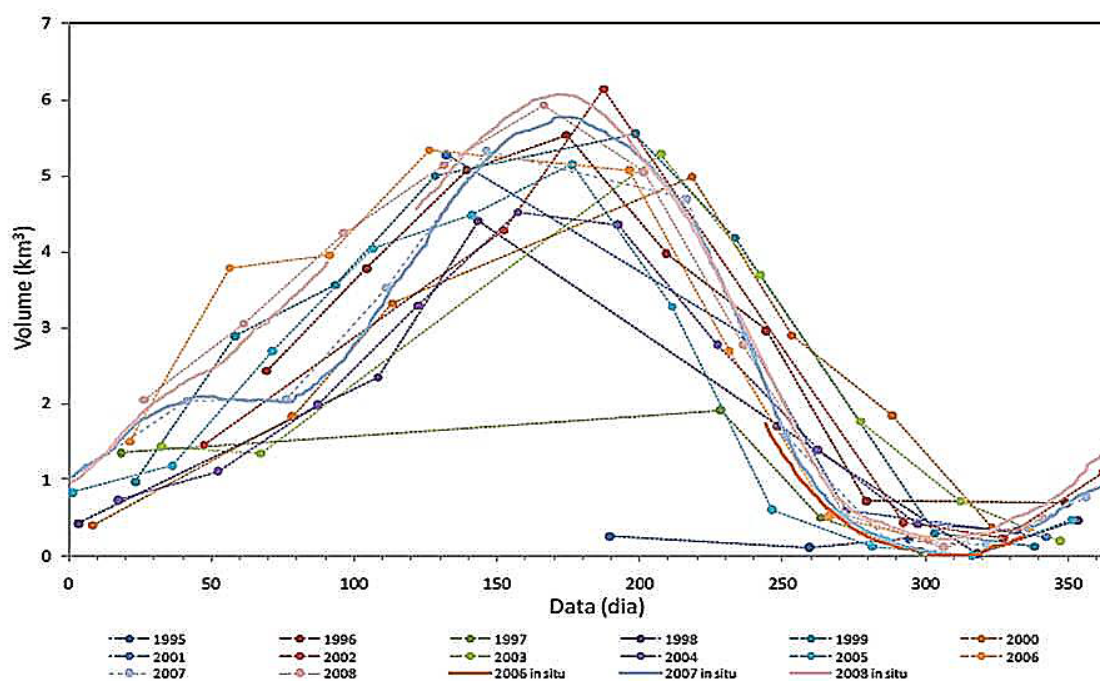


Figura 4- Sazonalidade do volume de água armazenada no lago Janauacá (AM) para os anos de 1995 a 2008 (Fonte: Da Silva, 2010).

4.1.2. Lago Grande de Curuai (PA)

A várzea do lago Grande de Curuai está localizada na margem Sul do Rio Amazonas, próximo à cidade de Óbidos, a aproximadamente 900 km a montante da foz no oceano Atlântico (02°50' - 02°20' Sul, 55°01' - 55°50' Oeste) (Fig. 5), abrangendo

os municípios de Óbidos, Juruti e Santarém no estado do Pará (Moreira-Turcq *et al.*, 2004).

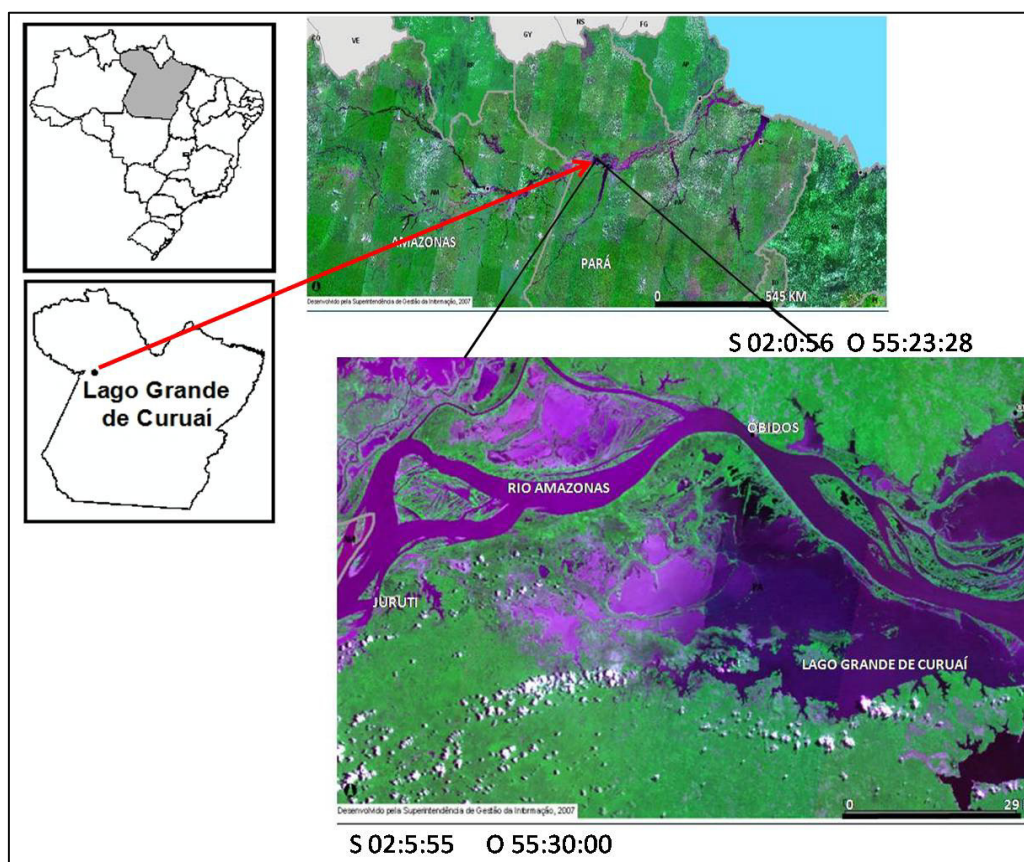


Figura 5- Localização geográfica da várzea do lago Grande do Curuai (PA)(Fonte: Inpe, 2010).

A várzea da região possui mais de trinta lagos interconectados e está ligado ao Rio Amazonas através de um sistema de canais (igarapés). É margeada nas porções Leste, Norte e Oeste pelo rio Amazonas. O sistema na margem Sul é delimitado por terra firme e por uma série de ilhas, restingas e terras baixas na porção Norte. De acordo com a evolução do nível das águas nos diferentes períodos do ciclo hidrológico, estes sistemas influenciam ou são influenciados pelos processos biogeoquímicos que ocorrem nas águas da várzea local (Bonnet *et al.*, 2008; Perez, 2008).

Em relação à distribuição espacial dos lagos, a várzea do lago Grande de Curuai está permanentemente conectada ao rio Amazonas por dois canais, Foz Norte e Foz Sul, localizados a Leste na chamada “boca do lago Grande de Curuai” (Perez, 2008).

Com uma área superficial de 3.660 km² (Maurice–Bourgoin *et al.*, 2007), a várzea do Curuai é formada por sedimentos arenosos quaternários. Sendo representativa das várzeas do rio Amazonas, pois possui regiões de lagos e igarapés com diferentes características geoquímicas; a várzea da região é composta por lagos de águas brancas, e lagos de águas pretas (Perez, 2008).

A variação anual do nível da água da várzea acompanha as variações do rio Amazonas (Maurice-Bourgoin *et al.*, 2007). Cada ano, a etapa de armazenamento da planície de inundação inicia entre novembro e janeiro e dura até maio-junho. A fase de drenagem começa em julho e dura até novembro, o maior volume exportado de água ocorre de agosto até outubro. A água do rio Amazonas e a do escoamento da bacia localizada na área de transição terrestre-aquática (ATTZ) e a drenagem das terras altas locais são as duas principais fontes de água para a várzea. Dependendo das características do ano hidrológico da água, o rio Amazonas constitui entre 70% e 90% das entradas de água, e a contribuição do sistema água do solo é menor a 5% mas com significantes variações interanuais (40%). O tempo de residência da água do rio dentro da planície de inundação é de cinco meses, enquanto o tempo de residência da água das outras fontes é de três meses. Contudo, o tempo de residência da água no sistema varia dependendo dos anos, com média de 90 dias, e se observa que ao longo de diferentes anos a várzea pode ser considerada uma fonte de água para o rio Amazonas (Bonnet *et al.*, 2008).

O nível máximo de água na várzea ocorre entre maio e junho e o mínimo, entre novembro e dezembro. A profundidade média pode variar de 0,5 m em baixas águas a 10 m de coluna d'água em período de cheia (Barbosa, 2005) (Fig. 6).

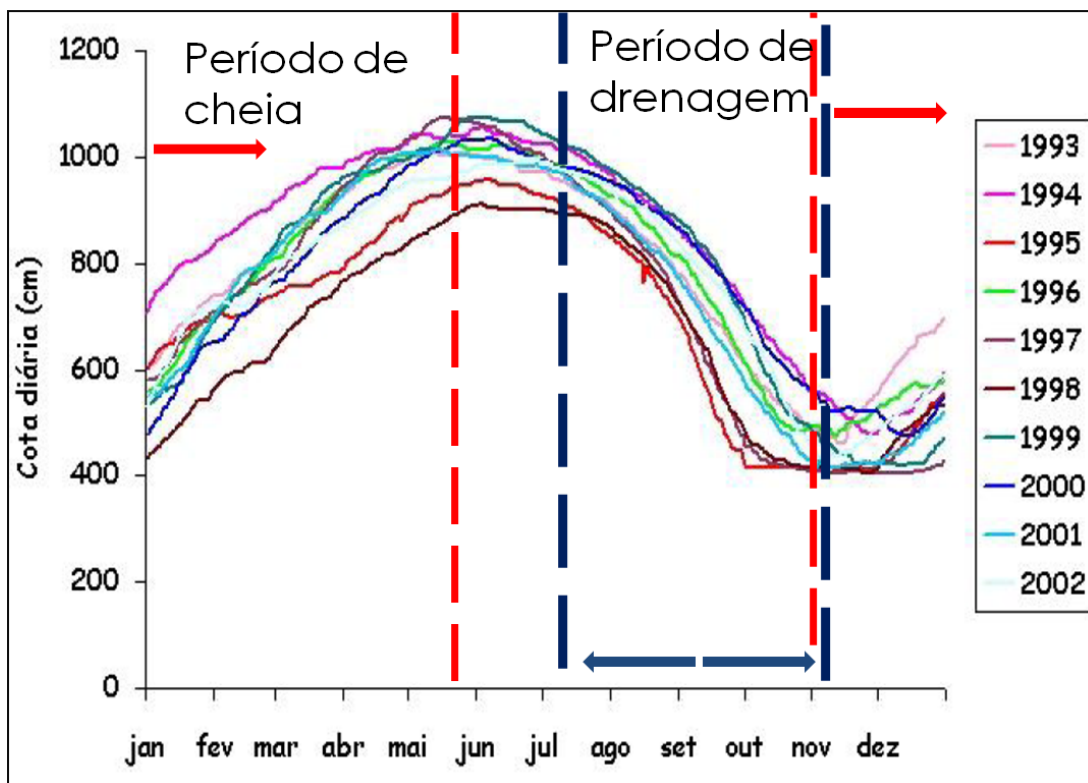


Figura 6- Dinâmica do nível d'água na várzea do lago Grande de Curuai (PA) no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2002 (Fonte: Barbosa, 2005). (linhas pontilhadas em azul= período de drenagem; linhas pontilhadas em vermelho= período de cheia)

O lago Grande de Curuai com aproximadamente 50 km de comprimento é o maior dos lagos que compõe a várzea, razão pela qual recebe este nome embora esteja formado por diversos lagos de menor tamanho. Os canais que fazem as ligações do lago com o rio Amazonas possuem aproximadamente 100 metros de largura, três quilômetros de comprimento e seis e doze metros de profundidade nos períodos de seca e cheia, respectivamente. Ao Sul, o lago é circundado pela floresta de terra-firme e ao Norte por uma estreita faixa de floresta que o separa da planície do rio Amazonas (Barbosa, 2005). Durante o período de cheia observa-se uma grande área submersa dividida por uma

faixa de terra, que delimita de forma pouco precisa o Lago de Curuai, ao sudeste, e o lago do Poção Grande, ao noroeste (Isaac, 2003). Durante o período de seca diversos lagos podem ser identificados (Fig.7).

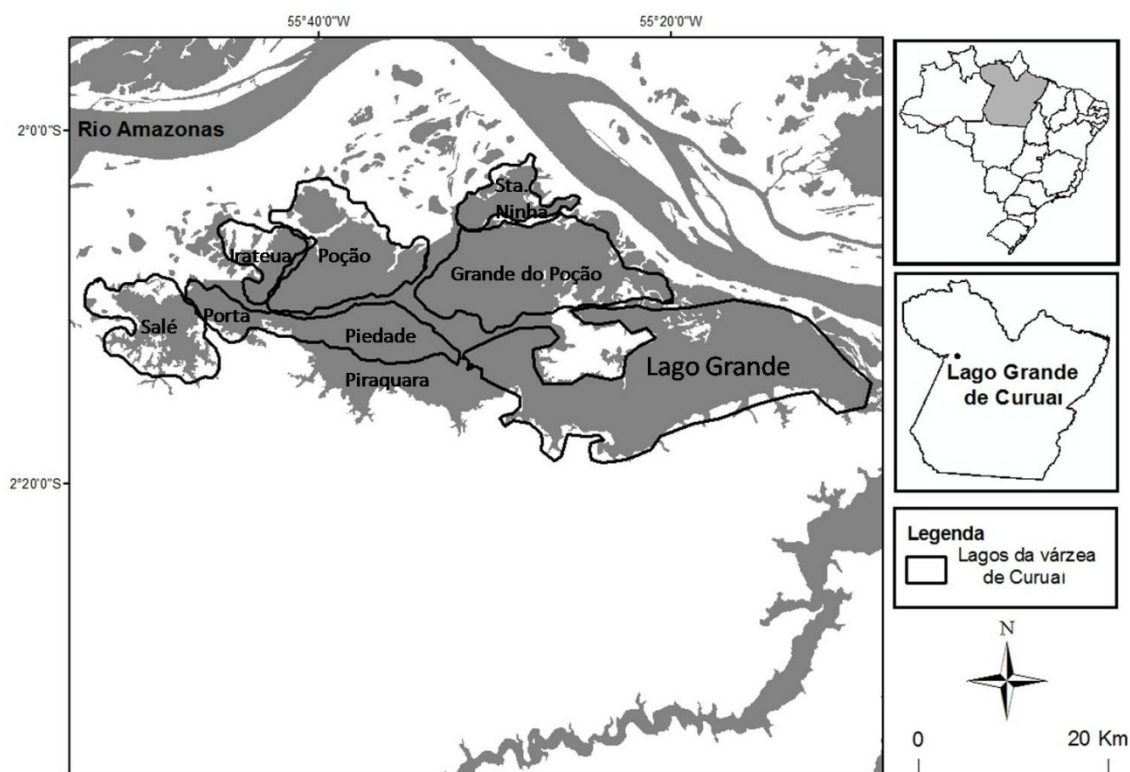


Figura 7- Mapa esquemático com a divisão dos lagos que compõem o sistema várzea do lago Grande de Curuai no período de seca (PA).

O lago Grande apresenta a maior área inundada da várzea, incluindo a área de vegetação inundada, a qual é composta na maior parte por pastagens (274 km²) (Perez, 2008). Por ser considerada uma área representativa da planície de inundação do médio Amazonas, a várzea do lago Grande de Curuai vem sendo objeto de várias pesquisas em hidrogeodinâmica nos últimos 10 anos (Perez, 2008; HyBAm, 2010).

4.2. Métodos de amostragens

4.2.1. Parâmetros físico-químicos da água.

Foram disponibilizados para o presente estudo as medições físico-químicas realizadas nos lagos durante os períodos de estudo pelo projeto EC2CO PRO-CARBAMA (Ciclo do Carbono no Rio Amazonas) (HyBAm, 2010).

No lago Janauacá as coletas foram realizadas em oito pontos amostrais em maio de 2008 e oito em março de 2009 (Fig. 8).

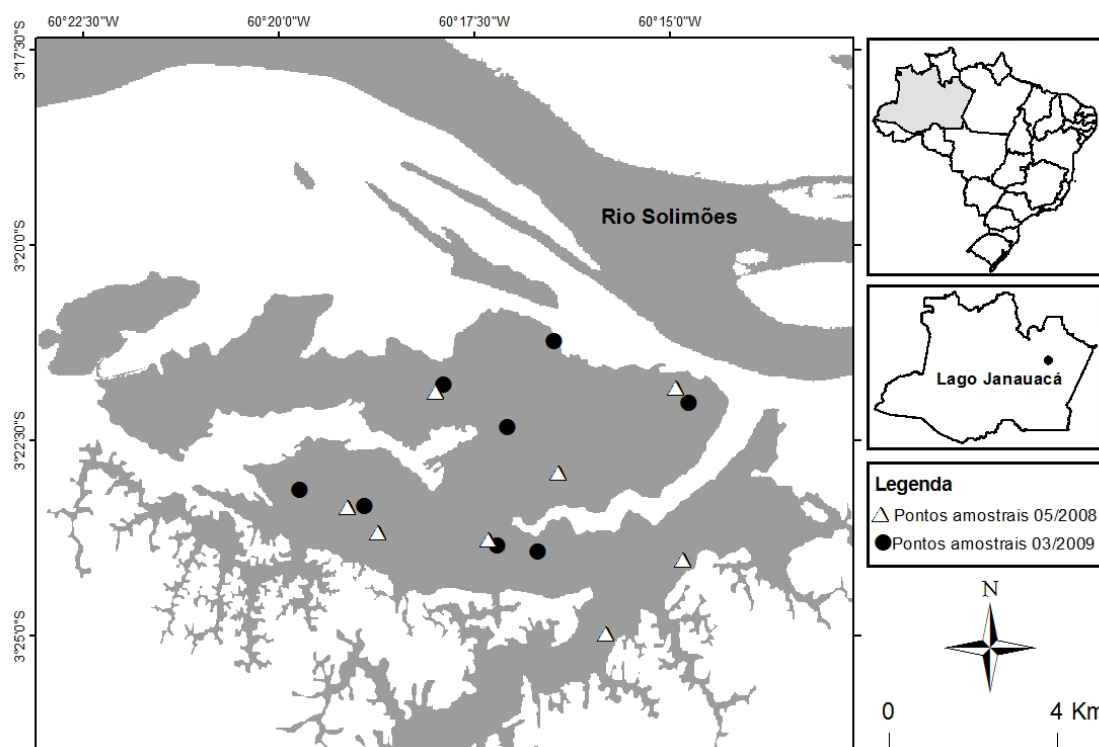


Figura 8- Localização dos pontos amostrais no lago Janauacá (AM) para medição de parâmetros físico-químicos da água no período de cheia de maio de 2008 (Δ) e março de 2009 (\bullet).

Na várzea do lago Grande do Curuai as coletas foram realizadas em nove pontos amostrais no período de cheia de maio de 2008 e nove em julho de 2009 (Fig.9).

A localização e coordenadas geográficas dos pontos amostrais em ambos os lagos estão listadas na Tabela A e B (Anexos). Também foram disponibilizados para o

presente estudo as medições realizadas no rio Solimões e rio Amazonas no período de cheia de maio de 2008 em 13 pontos amostrais (Tab. C em Anexos) (Fig. 10).

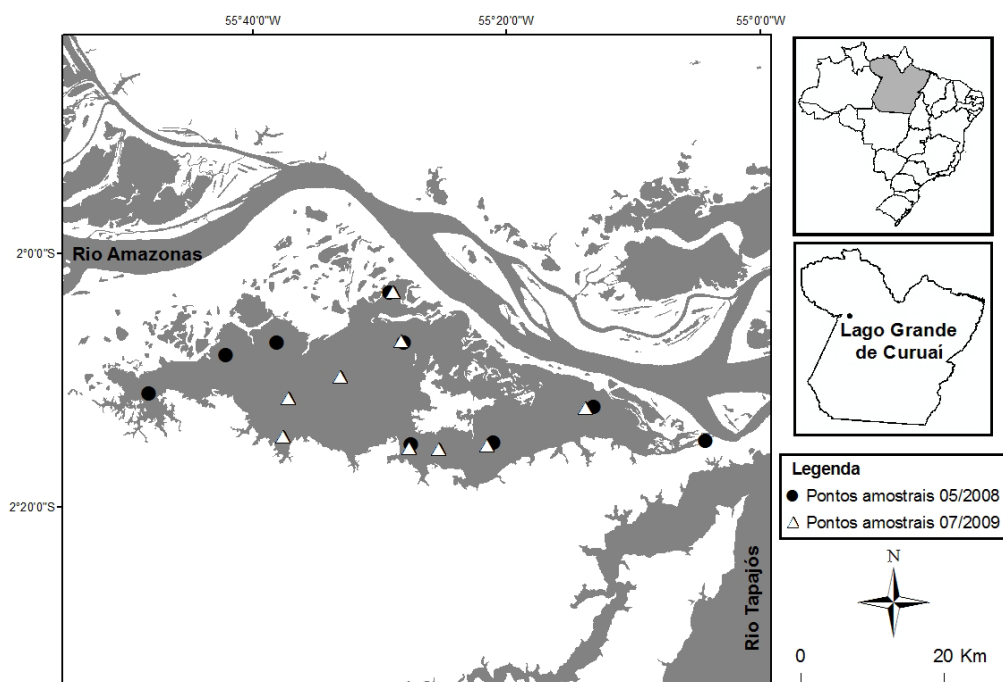


Figura 9- Localização esquemática dos pontos amostrais na várzea do lago Grande de Curuai (PA) para medição de parâmetros físico-químicos da água no período de cheia de maio de 2008 (●) e julho de 2009 (Δ).



Figura 10- Localização dos 13 pontos amostrais no rio Solimões e rio Amazonas para medição de parâmetros físico-químicos da água no período de cheia de maio de 2008.

Para as medições em campo foi utilizada uma sonda multiparâmetro YSI 6200. Foram registrados os dados para os seguintes parâmetros: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, oxigênio dissolvido ($\text{O}_2\text{D}-\text{mg}/\text{l}$) e clorofila-*a* ($\mu\text{g}/\text{l}$) na superfície.

As concentrações de nitrato ($\text{NO}_3^{-1}\text{mg}/\text{l}$), sulfato ($\text{SO}_4^{-2}\text{mg}/\text{l}$), cloreto (Cl^-), fluoreto (F^-), alcalinidade ($\text{HCO}_3^{-}\text{mg}/\text{l}$), cálcio ($\text{Ca}^{2+}\text{mg}/\text{l}$), magnésio ($\text{Mg}^{2+}\text{mg}/\text{l}$), sódio ($\text{Na}^{+}\text{mg}/\text{l}$) e potássio ($\text{K}^{+}\text{mg}/\text{l}$) nas amostras coletadas foram analisadas em laboratório.

4.2.2. Macrófitas aquáticas e macroinvertebrados associados.

No lago Janauacá foram realizadas coletas em 30 pontos amostrais localizados nas margens do lago onde estandes extensos de macrófitas aquáticas, monoespecíficos ou heterogêneos na sua composição de espécies eram visíveis (Fig. 11).

No lago Grande de Curuai foram realizadas coletas em 33 pontos amostrais, localizadas nas margens do lago. Devido à extensão do lago e à dificuldade de amostragem no período de coleta foi realizada a maior parte das coletas em pontos amostrais localizadas em uma das margens do lago, aquela mais próxima da terra firme. Seis pontos amostrais se encontram localizadas próximas a um canal de entrada que une o rio Amazonas à várzea do Lago Grande de Curuai (Fig. 12).

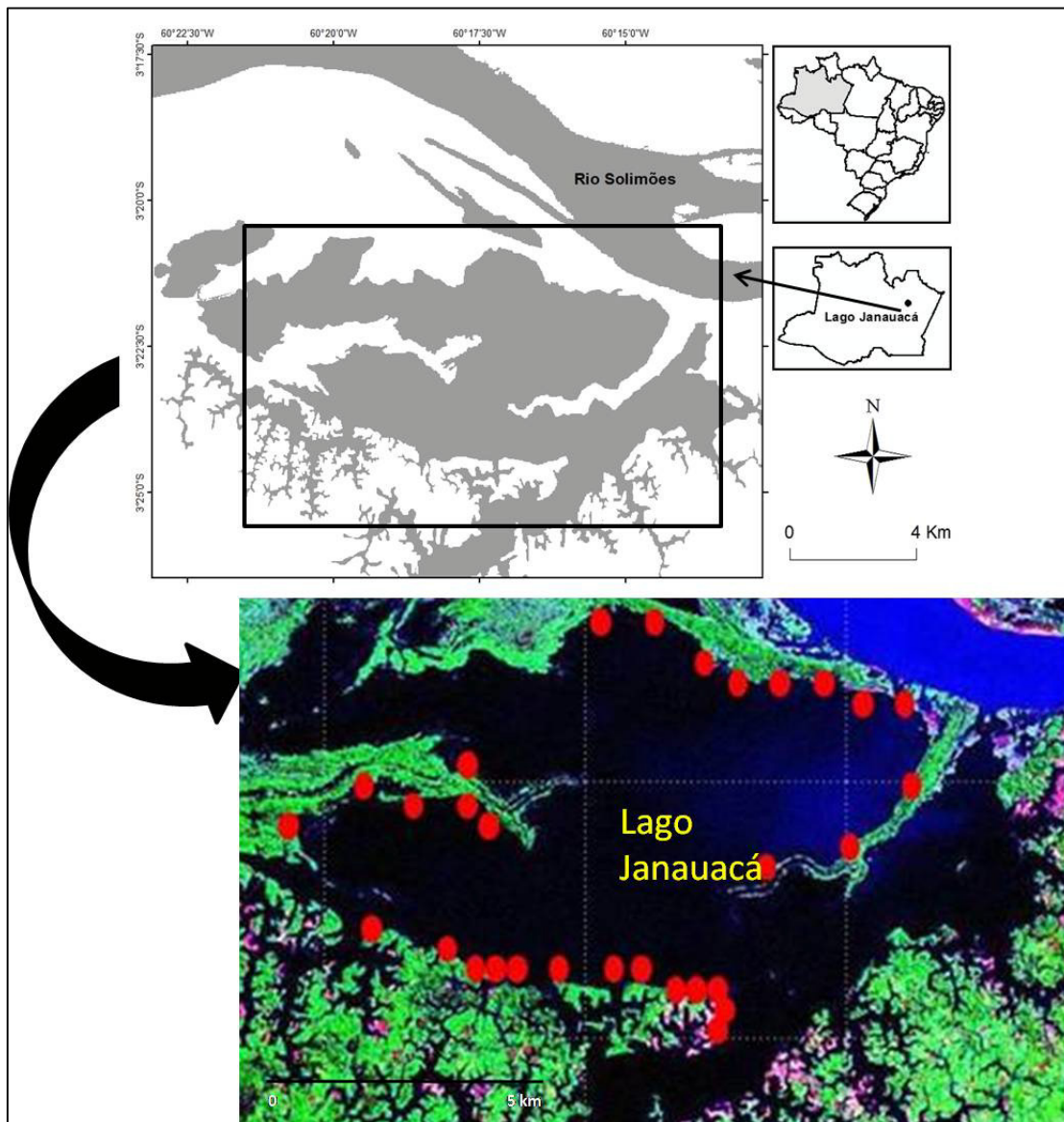


Figura 11- Localização do lago Janauacá (AM) com a distribuição esquemática dos 30 pontos amostrais para estudo dos macroinvertebrados aquáticos associados à macrófitas. Imagem CBERS-banda 4 (modificado, INPE 2010).

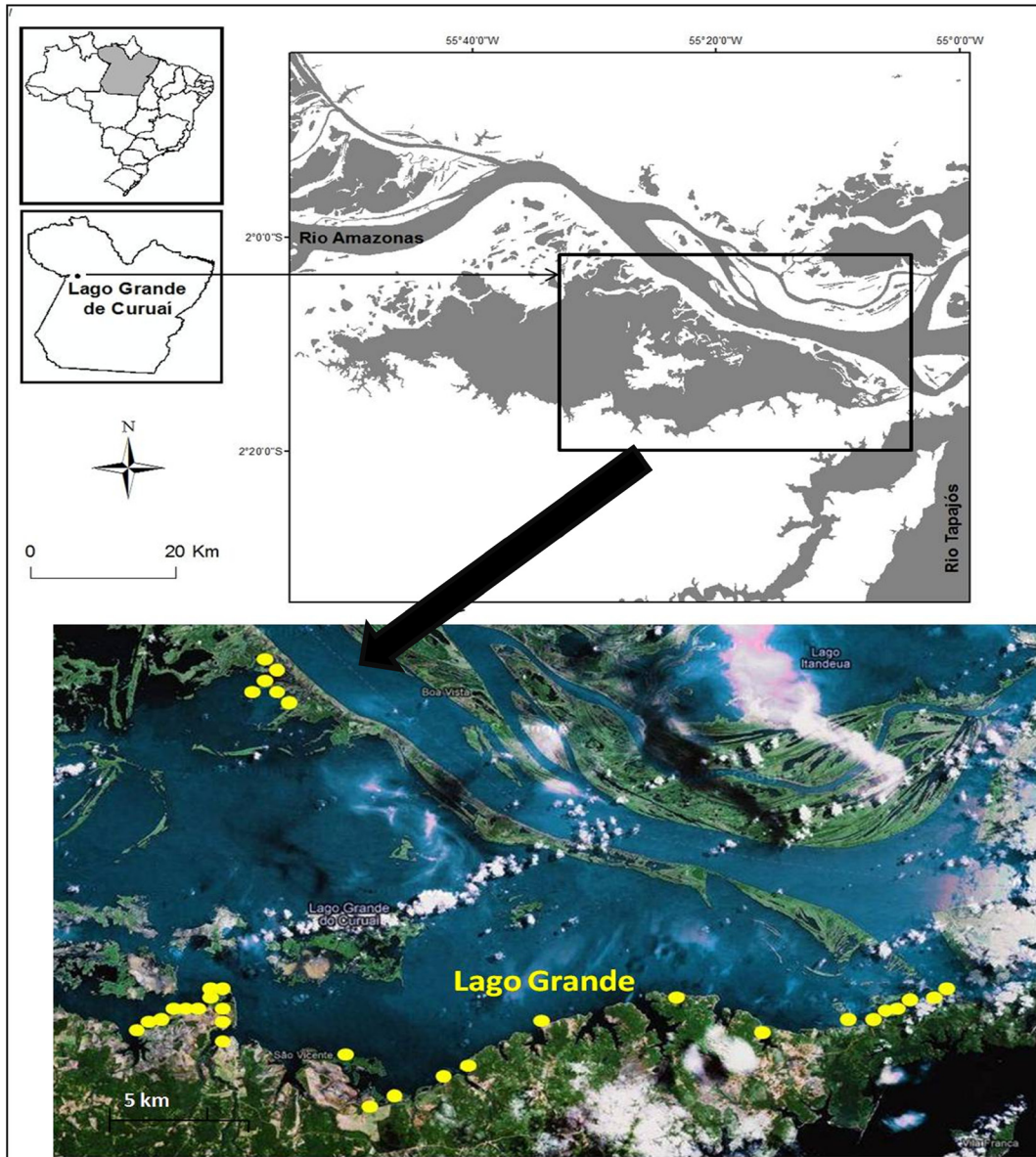


Figura 12- Localização do lago Grande de Curuai (PA) com a distribuição esquemática dos 33 pontos amostrais para estudo dos macroinvertebrados aquáticos associados à macrófitas (Imagem Google Maps, 2010)

A totalidade da região litorânea dos lagos de Janauacá e Curuai foi percorrida utilizando uma lancha pequena a motor, a uma distância de 5 m da margem. Foi registrado o grupo taxonômico dominante de macrófitas presentes em cada estande selecionado, através de avaliação visual e qualitativa do grau de recobrimento da lâmina d'água. A identificação taxonômica foi realizada em nível de grupo, família ou gênero, baseado em bibliografia especializada.

Os pontos amostrais em cada lago foram identificados pelo tipo de macrófita predominante no estande no momento da coleta. Dessa forma, a denominação “capim alto” refere-se a estandes de macrófitas de categoria “gramíneas” onde espécies como *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya*, *Hymenachne amplexicaulis* eram mais abundantes que as espécies “não gramíneas”. A denominação “capim fino baixo” refere-se à predominância de *Oryza* sp. associada a outras macrófitas da categoria “gramíneas”, em menor quantidade. Não gramíneas referem-se aos pontos amostrais onde herbáceas como *Eichhornia* sp., *Neptunia* sp., Nymphaeaceae, etc eram as mais numerosas em comparação com as outras macrófitas (Tabela C e D em Anexos).

Foram realizadas amostras quantitativas dos macroinvertebrados associados às macrófitas. Para isso macrófitas foram coletadas com amostrador de 0,07 m² de abertura de boca, acoplado a uma rede côncava de 250 µm de abertura de malha. No caso de macrófitas flutuantes, o amostrador foi colocado sobre o banco de macrófitas com o lado da rede voltado para cima. Num movimento rápido o amostrador era invertido retendo o material (plantas e fauna associada) na rede. Para as coletas de macrófitas emergentes e enraizadas o material contido no amostrador foi removido com o auxílio de tesoura de poda. No caso dos indivíduos enraizados a parte aérea foi amostrada (até 0,5m da superfície) e a parte submersa (até 0,5 m de profundidade). As amostras foram condicionadas separadamente em sacos plásticos e

fixado em formol 8%. No barco, o material coletado foi lavado sobre peneira de 250 mm de malha e os macroinvertebrados visíveis a olho nu foram triados. O restante do material foi fixado em formol 8% para transporte ao laboratório.

4.3. Triagem e identificação de macroinvertebrados aquáticos

No laboratório, o formol foi substituído por álcool etílico 80% e os macroinvertebrados coletados foram triados, contados e identificados ao menor táxon possível.

A identificação taxonômica foi realizada com auxílio de um Estereocópio Zeiss (Stemi 2000) utilizando chaves taxonômicas como Merritt & Cummins (1996), Benetti *et al.* (2003), Pes *et al.* (2005), Dias (2006), Salles (2006), Pereira *et al.* (2007) e Braga (2008) e consultas a especialistas.

Macroinvertebrados foram ainda classificados em cinco grupos funcionais tróficos: coletor-apanhador, coletor-filtrador, fragmentador, predador e raspador de acordo com Merritt & Cummins (1996) e complementações de Triplehorn & Johnson (2005) e Couceiro (2009).

4.4. Análise dos dados

Os dados abióticos obtidos foram primeiramente submetidos a teste de normalidade de Shapiro-Wilk (W; $p < 0,05$) e verificação da homocedasticidade pelo teste de Levene (F; $p < 0,05$) para análises posteriores.

Tanto para o lago Janauacá quanto para o lago Grande de Curuai, para comparar as variáveis físico-químicas nos dois períodos de amostragem foi utilizado teste-t. Teste de Mann-Whitney (U) foi utilizado em substituição ao teste-t para os dados obtidos fora de uma distribuição normal.

Para comparar a concentração de íons entre os lagos Janauacá e Grande de Curuai no ano de 2008 também foi utilizado teste-t. O balanço iônico (%) foi calculado usando a fórmula: $\% = (\sum \text{cátions} - \sum \text{ânions} / \sum \text{cátions} + \sum \text{ânions}) * 100$. As concentrações iônicas foram calculadas em miliequivalentes (meq/l).

Diferenças nas demais variáveis abióticas (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH e clorofila-*a*) do lago Janauacá e Curuai no período de 2008 foram verificadas pela Análise de Componentes Principais (ACP). Os dados foram transformados a $\log(x+1)$.

Para cada área de estudo, a riqueza observada de macroinvertebrados foi obtida através da contagem de táxons em cada ponto amostral. Todos os indivíduos foram contabilizados e a abundância foi medida através da estimativa de suas densidades (número de indivíduos/área do amostrador). As estimativas das densidades de táxons em cada ponto amostral foram transformadas a $\log(x)$ e a normalidade testada através do Teste de Shapiro-Wilk (W) e a homocedasticidade através do teste de Levene (F).

Para verificar o efeito do período amostrado (ano de 2008 e 2009) na densidade total e riqueza observada de táxons de macroinvertebrados aquáticos nos pontos amostrados para cada lago foi realizado um teste-t pareado para cada área de estudo. Para verificar se há diferença na densidade total e riqueza observada de táxons de macroinvertebrados entre os lagos estudados foi realizado teste-t para cada período de estudo.

Os valores de densidade total e riqueza observada de táxons obtidos nos pontos amostrais da categoria de macrófitas “gramíneas” e “não gramíneas” de cada lago foram comparadas entre os períodos de coleta e entre os lagos pelos testes Mann-Whitney e teste-t levando em consideração a normalidade e homocedasticidade dos dados.

A riqueza de espécies observada é freqüentemente um estimador tendencioso para menos da riqueza de espécies real de uma comunidade (Gotelli & Colwell, 2011). Dessa forma, foi

utilizado o estimador não paramétrico Jackknife de primeira ordem (Jack1) baseado em ocorrência (Colwell & Coddington, 1994) para estimar a riqueza de táxons de macroinvertebrados em cada um dos lagos e em cada período de estudo. O estimador Jackknife foi desenvolvido com o objetivo de prever o número de espécies que ocorre numa dada área baseada no número de espécies observadas numa amostra e no número de espécies que são raras. Jack1 é o estimador de riqueza que dá maior peso às espécies únicas (aquelas que ocorrem em apenas uma amostra) (Colwell & Coddington, 1994; Melo *et al.*, 2003). O estimador Jackknife é definido como em Heltshe & Forrester, (1983) como:

$$S_{\text{jack1}} = y^0 + (n-1/n)k \quad \text{Equação 1}$$

Onde: S_{jack1} é a riqueza estimada pelo procedimento Jackknife1;

y^0 é a riqueza observada,

n é o número de amostras;

k é o número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra.

O intervalo de confiança foi obtido pela fórmula (Krebs, 1989):

$$S_{\text{jack1}} \pm t_{\alpha} \sqrt{\text{var}(\mathbf{Sjack1})} \quad \text{Equação 2}$$

Onde: S_{jack1} é o estimador Jackknife de riqueza;

t_{α} é o valor do teste-t para $n-1$ graus de liberdade com $\alpha = 0,05$

$\text{var}(\mathbf{Sjack1})$ é a variância do S_{jack1} .

O estimador de riqueza Jackknife tem tendência a superestimar o número de espécies na comunidade, mas esta tendência é geralmente menor que a tendência do número observado de espécies (y^0) ser menor do que o valor verdadeiro da riqueza na comunidade (Krebs, 1989).

Assim é útil como parâmetro para obter comparações uma vez que isso é o que se espera de uma estimativa de riqueza.

Pelo fato dos estimadores de riqueza se concentrarem na dependência do tamanho da amostra ter sido alvo de críticas, foi utilizada também a técnica de rarefação que se concentra nos aspectos da amostragem (Colwell *et al.*, 2004). A rarefação é uma técnica que reduz os dados das amostras a um mesmo número de indivíduos permitindo comparações diretas da riqueza de espécies de comunidades. Durante a rarefação a informação fornecida por todas as espécies que foram coletadas é usada para estimar a riqueza da amostra menor (Magurran, 2004). Assim, a rarefação (seja baseada em número de amostras ou de indivíduos) é um método para interpolar às menores amostras e estimar a riqueza de espécies na parte crescente da curva de amostragem taxonômica (Gotelli & Colwell, 2001). Para construir as curvas de rarefação foi utilizada a técnica baseada em amostra e readequada a indivíduos com seus intervalos de confiança a 95% (interpolação) (Mao Tau) (Colwell, 2009) para cada um dos lagos e em cada período de estudo. Ambas as técnicas foram calculadas usando o software EstimateS (v. 8.2.0Win) (Colwell, 2009).

Diferenças entre as composições taxonômicas dos lagos para cada período de coleta e para cada categoria de predominância de macrófitas foram visualizadas em uma Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) com dados de densidade total dos táxons $\log(x+1)$. O ordenamento dos pontos amostrais com dados de densidade favorece a detecção de padrões dos táxons mais abundantes, uma vez que maiores diferenças quantitativas entre os pontos são encontradas em relação aos táxons menos abundantes. Para a NMDS com dados de densidade foi utilizado como medida de distância Bray-Curtis (versão quantitativa de Sørensen) que mantém a sensibilidade em maior conjunto de dados heterogêneos e dá menos peso aos outliers (Couceiro, 2009).

A riqueza de cada grupo funcional trófico (GFT) foi obtida para cada lago e para cada período de estudo através da contagem de táxons correspondente ao determinado GFT. A densidade de indivíduos por m² de cada GFT foi obtida dividindo o número de indivíduos em cada ponto de coleta pela área de arraste do amostrador e transformados em $\log(x+1)$.

A riqueza e a densidade dos GFT em cada lago foram transformadas em riqueza relativa (número de táxons do GFT/número total de táxons) e densidade relativa (densidade do GFT/densidade total de macroinvertebrados) para caracterizar a estrutura trófica da comunidade entre os lagos e entre períodos de estudo. O mesmo procedimento foi realizado para caracterizar a estrutura trófica da comunidade entre as categorias de dominância de macrófitas “gramíneas e não gramíneas” entre os períodos de estudo para cada lago.

Os resultados obtidos para riqueza e densidade de cada GFT foram testados entre o lago Janauacá e Grande de Curuai por teste-t para cada período de estudo.

5. RESULTADOS

5.1. Características físico-químicas da água dos lagos

Os resultados analíticos obtidos com as águas destes lagos são relatados nas tabelas A e B em Anexos.

Em Janauacá, a temperatura e o oxigênio dissolvido foram as variáveis abióticas com diferenças significativas entre os dois períodos amostrados (U=3,00, $p<0,05$; U=10,00, $p<0,05$, respectivamente). A temperatura foi ligeiramente superior durante o mês de maio de 2008 ($30,03\pm 0,99$) em comparação a março de 2009 ($28,74\pm 0,38$) e o oxigênio dissolvido foi em média 17% maior no período de 2008 ($5,04\pm 0,61$) que em 2009 ($3,58\pm 1,33$). O lago Janauacá apresentou pH neutro, com valores entre 6,16-6,9. A condutividade elétrica em

média foi 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e as concentrações de clorofila-*a* foram em média de 6,6 $\mu\text{g}/\text{l}$ durante os períodos de estudo.

Nas concentrações de anions houve diferença significativa para nitrato (NO_3^- mg/l), flúor (F^- mg/l) e alcalinidade (HCO_3^- mg/l). O nitrato foi em média 93% maior em 2009 ($0,4 \pm 0,18$) em comparação a 2008 ($0,03 \pm 0,05$) ($U=4,50$, $p<0,05$). No entanto, as concentrações de nitrato foram baixas (média 0,22 mg/l), muitas amostras em maio de 2008 apresentavam níveis próximos ou abaixo do limite de detecção (0,1 mg/l) pelo método analítico. A alcalinidade foi 3% maior em 2008 ($26,91 \pm 1,17$) em comparação a 2009 ($25,07 \pm 1,14$) ($t=-3,07$, $p<0,05$). O flúor esteve presente em níveis residuais ($<0,07$ mg/l) e o cloro teve uma concentração média de 1,68 mg/l. Os fosfatos não puderam ser medidos devido à concentração próxima do limite de detecção ($<0,01$ mg/l). Sulfatos tiveram uma concentração média de 1,88 mg/l, com variações entre 0,99 e 2,32 mg/l.

Em relação aos cátions, as concentrações de potássio e sódio, respectivamente, variaram entre 0,97 e 1,22 mg/l e 1,48 e 2,83 mg/l, com médias de 1,1 e 2,11 mg/l.

As concentrações médias de magnésio e cálcio foram de 1,08 e 6,9 mg/l, respectivamente. Houve diferenças significativas nas concentrações de cálcio, em média 7% maior no período de estudo de 2009 ($7,35 \pm 0,5$) em comparação a 2008 ($6,45 \pm 0,27$) ($t=4,245$; $p < 0,05$). As Concentrações de NH_4^+ foi menor de 0,01 mg/l na maioria das estações amostradas durante os dois períodos de estudos.

O balanço iônico mostra que houve um pequeno déficit de cargas positivas para a maioria das estações de coleta em maio de 2008, menor do que 2% enquanto que em março de 2009 houve um déficit de cargas negativas de aproximadamente, 1 a 10% (Tabela A - Anexos).

Ao contrário do que visto no lago Janauacá, na várzea do lago Grande de Curuai, a temperatura e oxigênio dissolvido não apresentaram diferenças significativas entre os dois períodos amostrados. Para as demais variáveis foram observadas diferenças significativas. A condutividade foi ligeiramente superior em média durante maio de 2008 ($50,33 \pm 4,00$) em comparação a julho de 2009 ($45,11 \pm 2,42$) ($t=3,35$; $p<0,05$). A concentração de clorofila-*a* foi em média 2,7 vezes maior no período de 2008 ($5,73 \pm 0,99$) que em 2009 ($2,12 \pm 1,07$) ($t=7,41$; $p < 0,05$). O pH foi maior durante o mês de maio de 2008, mas em geral perto da neutralidade, com valores em média entre 6,48 e 6,8. A temperatura foi em média de $29,7^{\circ}\text{C}$ e a condutividade elétrica foi em média de $47,72 \mu\text{S}/\text{cm}$ durante os períodos amostrados (Tabela B em Anexo).

As concentrações de nitrato foram baixas durante os períodos de estudo (média 0,16 mg/l). Muitas amostras coletadas em maio de 2008 apresentavam níveis próximos ou abaixo do limite de detecção (0,1 mg/l) pelo método analítico. A alcalinidade de carbonatos teve uma média de $24,20 \text{ mg/l} \pm 0,95$ nas amostras coletadas em maio de 2008. Não foi realizada a análise para carbonatos em julho de 2009.

O cloro tem uma concentração média de 1,39 mg/l. Os fosfatos não puderam ser estimados por causa da concentração perto do limite de detecção ($<0,01 \text{ mg/l}$). O flúor esteve presente em níveis residuais ($<0,07 \text{ mg/l}$) nas águas da várzea.

Sulfatos tiveram uma concentração média de 2,16 mg/l. Concentrações de potássio e sódio, tiveram médias de 0,81 e 1,74 mg/l respectivamente.

A concentração de cálcio foi maior no período de estudo de 2008 ($5,57 \pm 0,29$) em comparação a 2009 ($4,85 \pm 1,26$) ($U=18,00$; $p<0,05$).

As concentrações de NH_4^+ foram menores do que 0,03 mg/l na maioria das estações amostradas durante os dois períodos de estudo.

O balanço iônico mostrou que houve um déficit de cargas positivas para a maioria das estações de coleta, este foi de até 4,5% em maio de 2008 (Tabela B - Anexos).

As concentrações de oxigênio dissolvido registradas por este estudo foram geralmente baixas e foram diferentes entre os períodos de estudo para o Lago Janaucá. Os meses de coleta no período de cheia do lago Janaucá (março e maio) podem ter contribuído para a diferença encontrada uma vez que em março, o período de nível máximo de água ainda não havia sido alcançado. Na várzea do lago Grande de Curuai as coletas foram realizadas no final do período de cheia (maio e julho) não havendo diferença na concentração de oxigênio dissolvido entre os meses de coleta.

Os dados obtidos para as concentrações de íons entre o lago Janaucá e a várzea do lago Grande de Curuai no período de 2008 foram comparados pelo teste de Mann-Whitney (U) encontrando-se diferença significativa para cálcio, potássio, carbonato, sulfato e cloro (Tab. 2).

Tabela 3- Diferenças entre as concentrações de cátions e ânions da várzea do lago Grande de Curuai (PA) e do lago Janaucá (AM) durante o período de estudo de maio de 2008.

Íons (mg/l)	U	Z	p
Ca²⁺	0	3,33431	0,000855
Mg²⁺	24	-0,79388	0,427263
Na⁺	125	1,74655	0,080717
K⁺	4	2,91091	0,003604
NO₃⁻	22,5	-0,95266	0,340763
F⁻	22	-1,00559	0,314615
HCO₃⁻	0	3,33431	0,000855
SO₄²⁻	0	-3,33431	0,000855
Cl⁻	9,5	2,32873	0,019874

Nota: valores de p em negrito é significativo a 0.05.

O cálcio e o potássio foram em média 7% e 10,5% maiores no lago Janaucá, respectivamente quando comparada com o lago Grande de Curuai ($Z(U) = 3,33$; $p < 0,05$ e $U = 3,33$; $p < 0,05$).

Entre os ânions, o sulfato teve uma concentração em média 19% maior na várzea do lago Grande de Curuai do que no lago Janauacá ($\mu_{c08}=2,83 \pm 0,21$, $n=9$; $\mu_{j08}= 1,95 \pm 0,10$, $n=7$; $Z(U)=-3,33$; $p < 0,05$). Já a alcalinidade dos carbonatos e o cloro tiveram suas médias 5% maiores no lago Janauacá comparada com o lago do Curuai ($\mu_{j08}=26,91 \pm 1,17$, $n=7$; $\mu_{c08}= 24,20 \pm 0,95$, $n=9$; $Z(U) =3,33$; $p < 0,05$ para os carbonatos e $\mu_{j08}=1,78 \pm 0,12$, $n=7$; $\mu_{c08}= 1,63 \pm 0,10$, $n=9$; $U =9,5$; $p < 0,05$ para o cloro).

Os eixos gerados na Análise de Componentes Principais (ACP) com dados físicos e químicos (com exceção dos nutrientes) explicaram 64,56% (39,46 % Eixo1 e 25,1 % Eixo2) da variação dos dados para 2008 (Fig. 13).

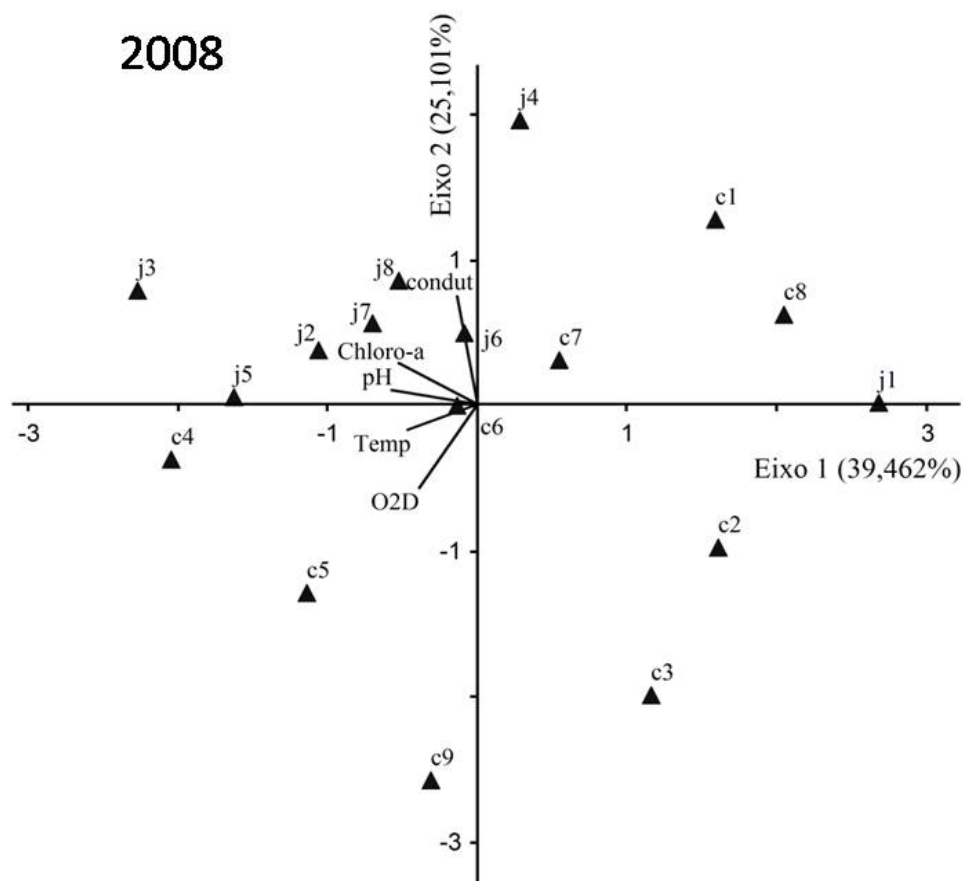


Figura 13- Análise de Componentes Principais das variáveis físico-químicas do lago Grande de Curuai (PA) e do lago Janauacá (AM) no período de estudo de 2008. Chloro-*a*=clorofila-*a*; Temp = temperatura; O2D = oxigênio dissolvido; conduct = condutividade elétrica. j=Janauacá; c=Curuai.

Os pontos amostrados foram divididos pela ACP em relação à sua localização e não mostraram uma clara separação em relação aos eixos gerados pelas variáveis. O eixo 1 explicou 39,46 % da variância dos dados. O pH, e a clorofila-*a* apresentaram maior correlação negativa com este eixo e tiveram valores ligeiramente maiores na maioria dos pontos amostrais localizados no lago Janauacá. Em oposição, projetaram-se positivamente no eixo 1 os valores da maioria dos pontos amostrais no lago Grande de Curuai. O eixo 2 explicou 25,1% da variação dos dados. Ele é formado pela contribuição positiva da condutividade elétrica, que teve maiores valores nas amostras do lago Janauacá comparadas com Curuai, e a contribuição negativa do oxigênio dissolvido que apresentou maior valor em amostras do Curuai (Tab. 3).

Tabela 4- Correlação entre as variáveis físico-químicas da água e os eixos 1 e 2 da análise de Componentes Principais durante o período de estudo de 2008 do lago Janauacá (AM) e lago Grande de Curuai (PA).

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	-0,47	-0,17
Condutividade elétrica	-0,14	0,74
Oxigênio dissolvido	-0,4	-0,57
pH	-0,58	0,09
Clorofila-a	-0,52	0,29

5.2. Características físico-químicas da água dos rios

Os resultados analíticos obtidos com as águas dos rios são relatados na tabela C em Anexos. Para o rio Solimões-Amazonas (n=13), a temperatura foi em média de 28,09 °C ($\pm 0,39$), o pH foi em média de 6,71 ($\pm 0,09$) e o oxigênio dissolvido foi de 3,39 mg/l ($\pm 0,4$).

Maiores valores de condutividade elétrica, típico de rios de “águas brancas” foram encontrados no rio Solimões (84 μ S/cm) próximo do lago Janauacá enquanto que no rio Amazonas o menor valor medido foi de 44 μ S/cm próximo da cidade de Manaus, após do

encontro do rio Solimões com o rio Negro cujas águas “pretas” têm como característica principal seus baixos valores de condutividade elétrica ($< 30 \mu\text{S}/\text{cm}$) (HyBAm, 2010). Logo após de este ponto o rio Amazonas adquire as características próprias de rios de “águas brancas” sendo os valores de condutividade elétrica em média de $54,36 (\pm 4,86) \mu\text{S}/\text{cm}$.

Em relação às concentrações dos principais íons, destaca-se o cálcio que teve em média valores de $7,05 (\pm 1,79)$ com maiores concentrações nos pontos amostrais do rio Solimões ($11,58 \text{ mg}/\text{l}$) e com menores concentrações ($5,7 \text{ mg}/\text{l}$) nos pontos amostrais próximos do encontro do rio Tapajós (rios de “águas claras”) com o rio Amazonas em Santarém (PA).

A alcalinidade dos carbonatos (HCO_3^-) foi em média de $28,39 \text{ mg}/\text{l}$ ($\pm 5,67$) com valores de $41,3 \text{ mg}/\text{l}$ no rio Solimões e menores valores no rio Amazonas ($23,8 \text{ mg}/\text{l}$). As concentrações de NH_4^+ foi menor de $0,01 \text{ mg}/\text{l}$ na maioria das estações amostradas durante os dois períodos de estudo. O balanço iônico mostra que houve um déficit de cargas positivas em oito pontos amostrais, este foi de até $3,3\%$ (Tabela C - Anexos).

Em maio de 2008, os valores das variáveis físico químicas nos pontos amostrais 2 e 12 no rio Solimões e Amazonas, respectivamente (Fig. 10) apresentaram valores dentro da média encontrada para as mesmas variáveis nos lagos Janauacá (próximo do ponto 2) e Grande de Curuai (próximo do ponto 12) (Tab. 4).

As medições das variáveis do rio Amazonas se encontraram em torno da média dos valores obtidos para a várzea do lago Grande de Curuai. A maior diferença encontrada foi no valor encontrado no rio Solimões em relação ao lago Janauacá onde a condutividade elétrica foi 44% maior ($80 \mu\text{S}/\text{cm}$) em comparação com o lago Janauacá ($54,78 \mu\text{S}/\text{cm}$). As outras variáveis do rio Solimões se encontraram em torno da média para o lago Janauacá menos para

o calcio e a alcalinidade dos carbonatos onde os valores foram superiores no rio (9,9 e 38,4 mg/l respetivamente) do que a média do lago (6,45 e 26,91 mg/l respetivamente).

Tabela 5 - Resultados dos valores obtidos nas medições dos parâmetros físico-químicos em maio de 2008 no lago Janauacá (AM), no lago Grande de Curuai (PA) (valores médios) e no rio Solimões (AM) e rio Amazonas(PA) (P=Ponto amostral) .

Variáveis		Solimões P2	Janauacá média (n=8)	Curuai média (n=9)	Amazonas P12
Temperatura	°C	27,6	30,03	29,57	28
Condutividade elétrica	μS/cm	80	54,78	50,33	53
Oxigênio dissolvido	mg/l	3,14	5,04	5,33	3,39
pH		6,87	6,76	6,76	6,7
Ca ⁺²	mg/L	9,89	6,45	5,57	5,77
Mg ⁺²	mg/L	1,32	1,06	1,11	1,15
Na ⁺	mg/L	3,62	2,18	2,04	2,17
K ⁺	mg/L	1,09	1,06	0,85	0,96
NO ₃ ⁻	mg/L	0,48	0,03	0,09	0,37
F ⁻	mg/L	0,08	0,05	0,06	0,07
HCO ₃ ⁻	mg/L	38,4	26,91	24,20	25,1
SO ₄ ⁻²	mg/L	3,28	1,95	2,83	3,10
Cl ⁻	mg/L	4,03	1,78	1,63	1,80
NH ₄ ⁺	mg/L	0,03	0,01	0,01	0,00

5.3. Macroinvertebrados aquáticos

5.3.1. Lago Janauacá

A fauna de macroinvertebrados associada às macrófitas aquáticas foi de 8.010 indivíduos distribuídos em 66 táxons durante o período de coleta de maio de 2008 e de 16.148 indivíduos distribuídos em 62 táxons no período de março de 2009.

O número de táxons de macroinvertebrados coletados em maio de 2008 e em março de 2009 foi similar ($\mu_{J08} = 20,03 \pm 6,77$, $n = 30$; $\mu_{J09} = 22,90 \pm 4,63$, $n = 30$; $t = -1,86$, $gl = 29$, $p = 0,07$). A densidade foi duas vezes maior em março de 2009 do que em maio de 2008 ($\mu_{J08} = 3814 \pm 4319$, $n = 30$; $\mu_{J09} = 7690 \pm 5711$, $n = 30$; $t = -3,60$, $gl = 29$, $p < 0,01$; Fig. 14).

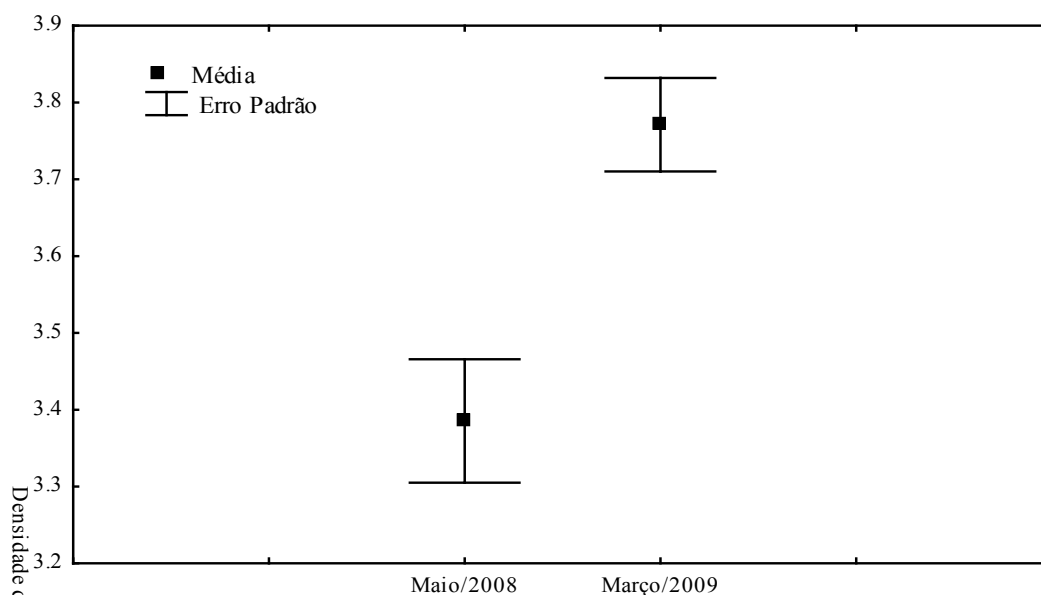


Figura 14- Comparação da densidade de macroinvertebrados entre os períodos de coleta (2008–2009) no lago Janauacá (AM).

A riqueza de táxons estimada com Jackknife de 1ª ordem (Jack 1) foi de 81 ($\pm 9,32$) para o período de 2008 e 68 ($\pm 5,97$) para o período de coleta de 2009, demonstrando que um número considerável de táxons ainda poderia ser amostrado, principalmente no ano de 2008,

no entanto, como os intervalos de confiança destas duas comunidades de macroinvertebrados se sobrepuseram, a riqueza entre elas não é significativamente diferente (Fig. 15).

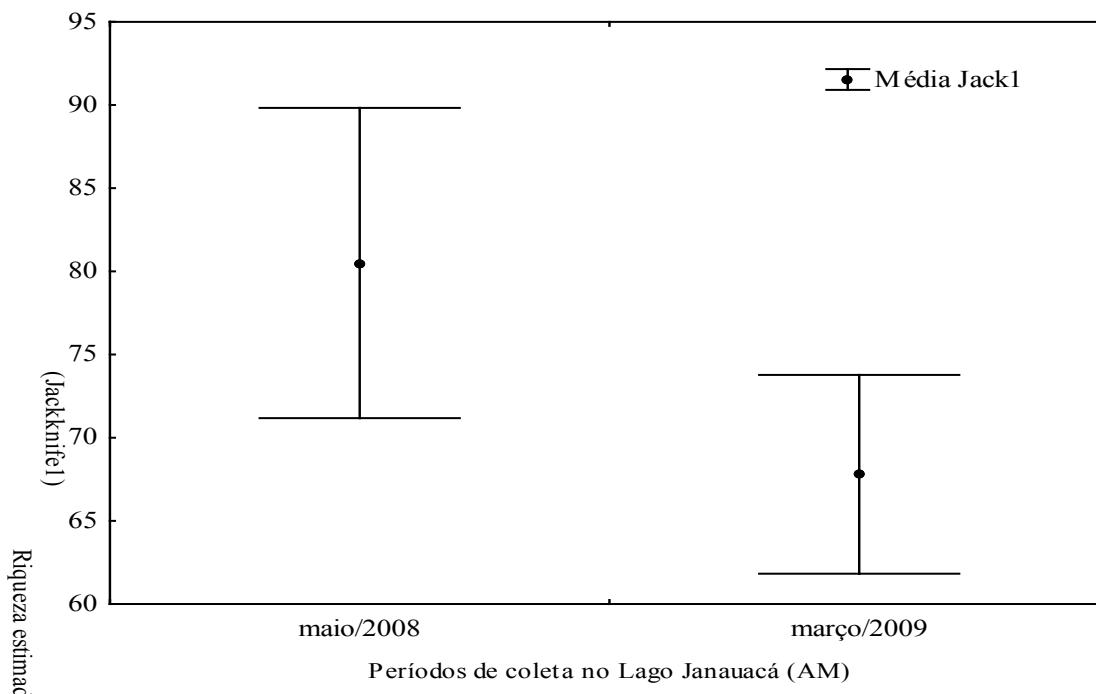


Figura 15- Riqueza estimada pelo procedimento Jackknife (Jack1) no lago Janauacá (AM) durante os períodos de coleta (2008–2009). As barras representam o intervalo de confiança a 95%.

Nas curvas de rarefação baseado em amostras (curvas de acumulação de espécies interpoladas) construída com todas as amostras para cada período de coleta no lago Janauacá o gráfico (a) (Fig.16), que tem o eixo dimensionado pelo número de amostras acumuladas, comparou a densidade de táxons entre os dois períodos de coleta. O gráfico (b) (Fig.16), que tem o eixo redimensionado pelo número acumulado de macroinvertebrados a medida que se adicionam às amostras, comparou a riqueza de táxons.

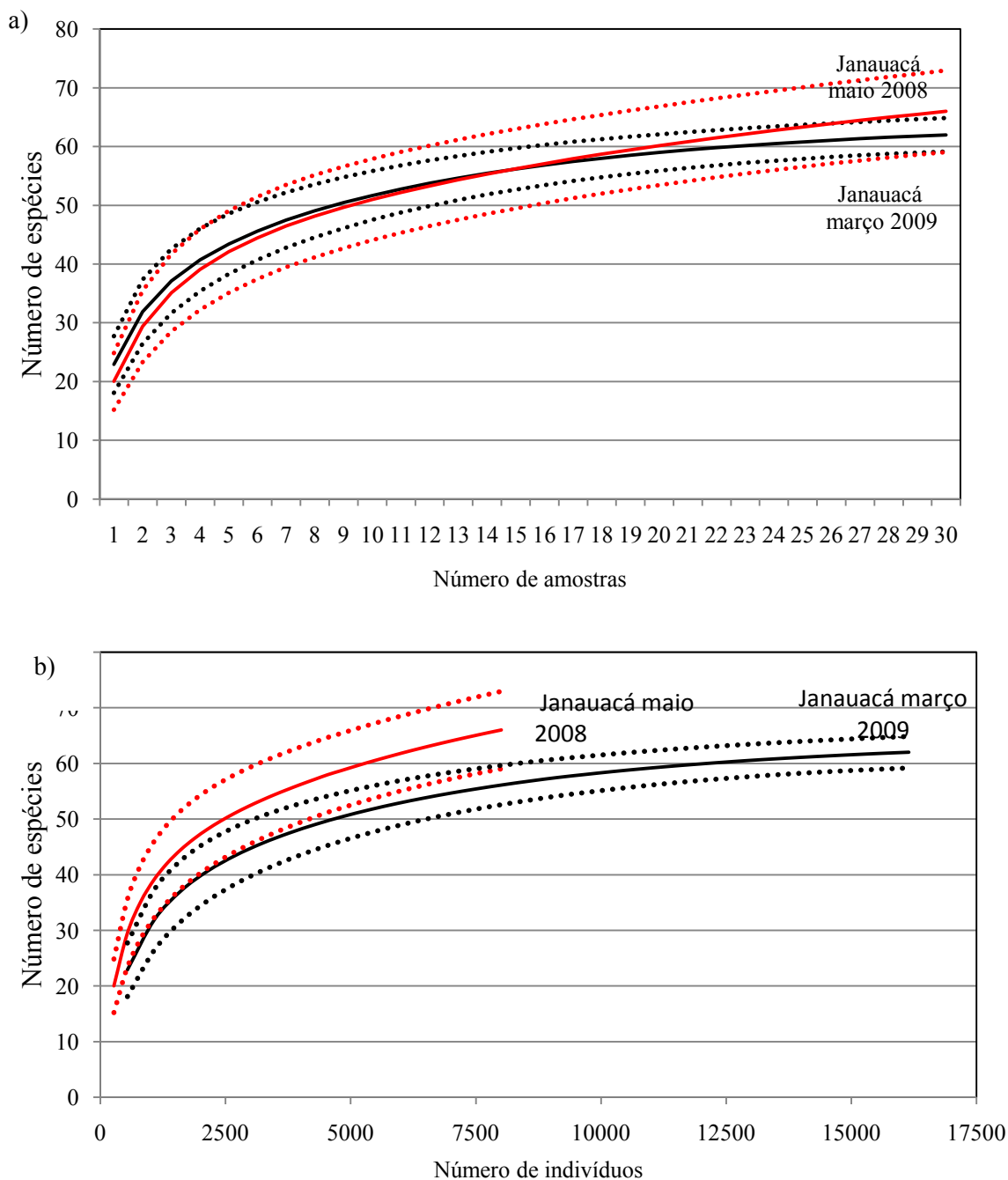


Figura 16- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados entre os dois períodos de coleta no lago Janauacá (AM) através de curvas de rarefação baseadas em amostras (a) e readequadas para indivíduos (b). Os dados da coleta de maio de 2008 são mostrados na linha vermelha contínua e os dados da coleta de março de 2009 em linha preta contínua. Linhas pontilhadas representam intervalo de confiança a 95%.

As estimativas de densidade de táxons para a maioria dos níveis de acumulação de amostras (Fig. 16a) foram maiores em 2008 do que em 2009, no entanto, suas curvas e os seus

intervalos de confiança se sobrepõem, indicando não haver diferenças significativas entre elas. Ao redimensionar a curva com indivíduos (Fig. 16b), a diferença (na riqueza de táxons) de 2008 para 2009 também não é significativo, pois seus intervalos de confiança continuam se sobrepondo.

A ordenação (NMDS) baseada na composição (densidade) dos táxons de macroinvertebrados associados a cada categoria de predominância de macrófitas posicionou a maior parte dos pontos amostrais num grande grupo, sugerindo que a composição de macroinvertebrados nos bancos de macrófitas independe do tipo de macrófita observada, se gramínea ou não gramínea (Fig. 17).

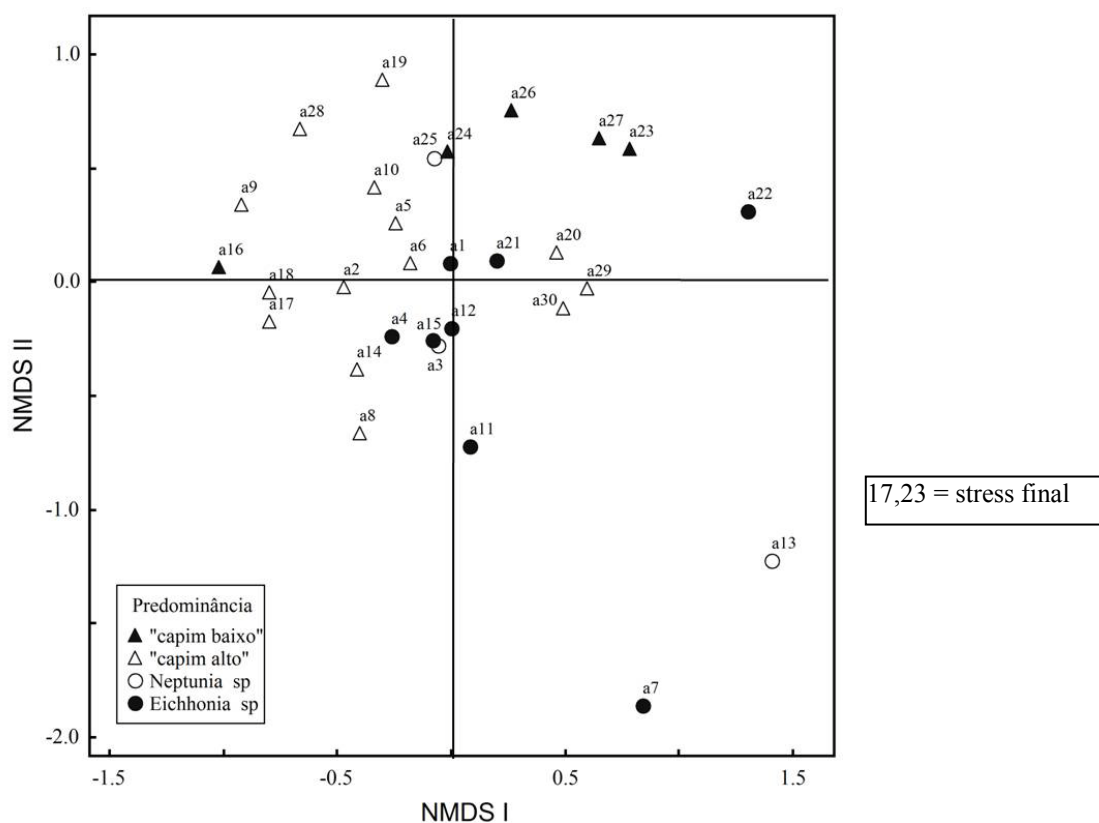


Figura 17- Ordenação dos pontos amostrais no lago Janauacá (AM), baseado na composição (densidade) de macroinvertebrados coletados no período de maio de 2008. Símbolos representam o tipo de predominância de macrófitas nos pontos amostrais (Legenda= ▲ e △ categoria “gramíneas”; ● e ○, a categoria “não gramíneas”).

A ordenação (NMDS) baseada na composição (densidade) dos táxons de macroinvertebrados associados às categorias de predominância de macrófitas para as amostras coletadas em 2009 posicionou a maioria dos pontos amostrais num grande grupo, sugerindo que a fauna de macroinvertebrados associadas à macrófitas é semelhante (Fig. 18).

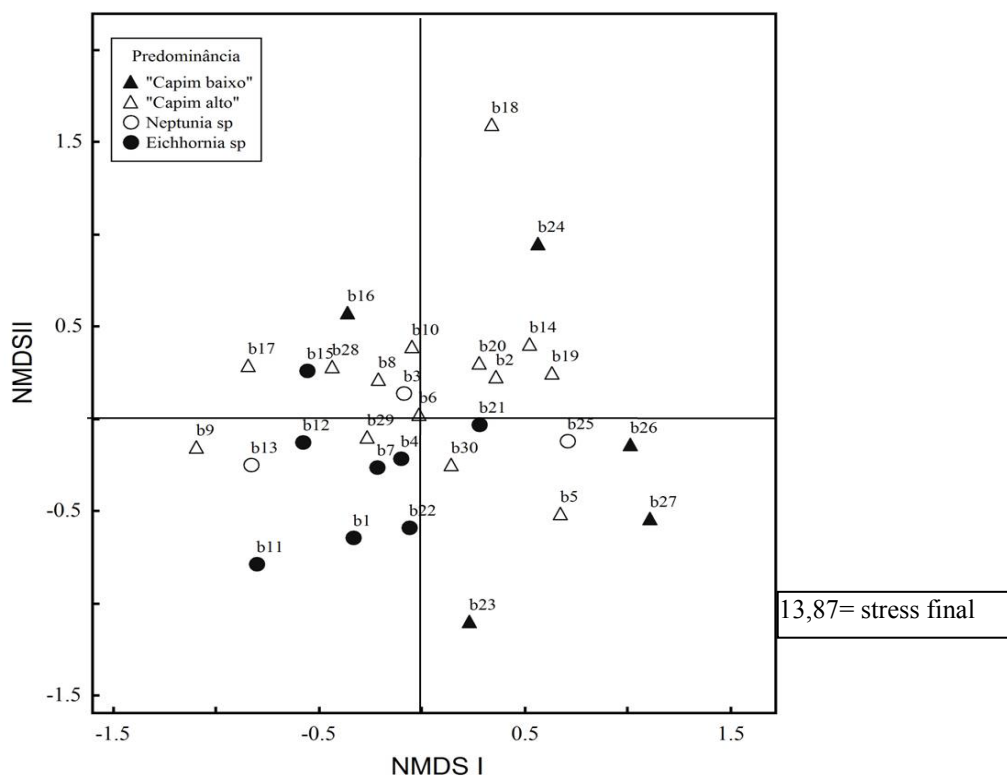


Figura 18- Ordenação dos pontos amostrais no lago Janauacá (AM), baseado na composição (densidade) de macroinvertebrados coletados no período de março de 2009. Símbolos representam o tipo de predominância de macrófitas nos pontos amostrais (Legenda= ▲ e Δ categoria “gramíneas”; ● e ○, a categoria “não gramíneas”).

Verificando as abundâncias e frequências de ocorrências de táxons, observa-se que dos 75 táxons identificados em ambos os períodos de estudo, os táxons Chironomidae (Diptera), Planorbidae (Mollusca), Conchostraca (Crustacea) e *Cyrmellus* (Trichoptera: Polycentropodidae) estão entre os táxons mais frequentes e mais abundantes no lago Janauacá (Tab. 5).

Os táxons de macroinvertebrados coletados pertencem ao Filo Anellida, Mollusca e Arthropoda, sendo este último o mais abundante e com maior riqueza de táxons observados nos dois períodos de estudo.

A Classe Insecta foi o grupo mais abundante do Filo Arthropoda com 5.784 indivíduos em 2008 e 10.992 em 2009. A Ordem Diptera foi a mais abundante no grupo dos insetos, representando 29% do total de indivíduos coletados em 2008 e 54% do total em 2009, sendo o táxon Chironomidae quem mais contribuiu com este percentual e quem apresentou 100% de ocorrência nos dois períodos de estudo.

As outras ordens mais abundantes foram Coleoptera, Hemiptera e Ephemeroptera . Entre os táxons de Coleoptera destaca-se Hydrophilidae. Essa família ocorreu em mais do que 40% das amostras, nos dois períodos de estudo e, foram os coleópteros mais abundantes no estudo. Da ordem Hemiptera, o táxon *Tenagobia* (Corixidae) e *Belostoma* (Belostomatidae) tiveram maior representatividade em ambos os períodos de estudo. Três espécies da ordem Ephemeroptera ocorreram com frequência de ocorrência superior a 50% e, foram abundantes em ambos os períodos de estudo, mas *Brasilocaenis irmleri* (Puthz, 1975) foi a mais abundante em 2008 (662 ind.) e *Callibaetis gonzalezi* (Navás, 1934) em 2009 (347 ind.).

O gênero *Cyrnellus* (Trichoptera: Polycentropodidae) teve frequência de ocorrência maior do que 50%, e a família Pyralidae (Lepidoptera) foi abundante neste ano com frequência maior do que 70%.

A espécie *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859) (Crustacea: Branchiopoda), apresentou alta frequência (93%) em 2009 e alta abundância nos dois períodos de estudo.

Tabela 6 - Número de indivíduos (N), densidade média (ind/m²) ± Desvio padrão (DP) e frequência de ocorrência (%) de macroinvertebrados aquáticos coletados no lago Janauacá (AM), em maio de 2008 e março de 2009.

Filo	Subfilo	Classe	Ordem	Familia	Gênero/Espécie	Abv	2008			2009		
							N ind/m ²	DP	%	N ind/m ²	DP	%
Arthropoda												
	Chelicerata	Arachnida	Araneae			Arac	32	15 ± 19.11	60.00	169	80 ± 134.35	83.33
			Acari (Grupo Hydrachnidia)			Hydr	58	28 ± 122.71	16.67	36	17 ± 63.60	10.00
Arthropoda												
	Atelocerata	Hexapoda (Entognatha)	Collembola			Colle	1	<1	3.33	..	..
		Hexapoda (Insecta)	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Brasilocaenis irmleri</i>	Bras	662	315 ± 1012.73	76.67	300	143 ± 344.76	76.67
				Polymitarcyidae	<i>Asthenopus curtus</i>	Asth	196	93 ± 153.48	56.67	59	28 ± 36.08	60.00
				Baetidae	<i>Callibaetis gonzalezi</i>	Calli	318	151 ± 195.14	76.67	347	165 ± 238.98	66.67
			Odonata	Coenagrionidae		Coen	55	26 ± 42.29	46.67	139	66 ± 77.39	80.00
				Libellulidae		Libe	44	21 ± 41.05	46.67	36	17 ± 21.35	53.33
			Orthoptera	Grylotalpidae		Gryl	7	3 ± 8.12	16.67	11	5 ± 23.57	10.00
			Hemiptera	Nepidae	<i>Ranatra</i>	Rana	1	<1	3.33	1	<1 ± 2.61	3.33
				Pleidae	<i>Neoplea</i>	Neop	4	2 ± 6.20	10.00	14	7 ± 17.89	20.00
				Gerridae	<i>Trepobates</i>	Trepo	1	<1	3.33	...	...
					<i>Rheumatobates</i>	Rheum	2	1 ± 3.62	6.67	...	...
				Corixidae	<i>Tenagobia</i>	Tena	933	444 ± 1808.86	76.67	158	75 ± 148.17	56.67
				Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	Belo	22	10 ± 14.50	46.67	176	84 ± 94.82	86.67
				Hebridae	<i>Hebrus</i>	Hebr	...	...		3	1 ± 4.36	10.00
				Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	Rhag	...	...		1	<1 ± 2.61	3.33
				Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	Meso	...	...		6	3 ± 5.81	20.00
				Naucoridae	<i>Pelocoris</i>	Peloc	2	1 ± 5.22	3.33	5	2 ± 6.59	13.33
				Notonectidae	<i>Martarega</i>	Marta	5	2 ± 10.67	6.67	...	... ±
					<i>Buenoa</i>	Buen	3	1 ± 5.75	6.67	4	2 ± 7.25	6.67

Continuação Tabela 5:

Filo	Subfilo	Classe	Ordem	Familia	Género/Espécie	Abv	2008			2009		
							N ind/m ²	DP	%	N ind/m ²	DP	%
			Coleoptera	Curculionidae		Curc	9	4 ± 8.51	23.33	65	31 ± 56.16	56.67
				Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	Gyri	24	11 ± 32.58	20.00	3	1 ± 4.36	10.00
				Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	Beros	34	16 ± 31.55	40.00	25	12 ± 16.39	43.33
					<i>Paracymus</i>	Parac	...	...		8	4 ± 9.14	16.67
					<i>Derallus</i>	Derall	24	11 ± 21.68	40.00	64	30 ± 57.97	50.00
					<i>Helochares</i>	Heloch	31	15 ± 34.07	26.67	58	28 ± 40.22	53.33
					<i>Tropisternus</i>	Tropis	30	14 ± 30.25	33.33	24	11 ± 20.68	43.33
					<i>Phaenonotum</i>	Phaen	5	2 ± 8.46	10.00	10	5 ± 13.18	13.33
					Hydrophilidae (larva)		Hydp(l)	158	75 ± 166.89	66.67	234	111 ± 116.02	90.00
				Dytiscidae	<i>Hydrovatus</i>	Hydov	2	1 ± 3.62	6.67	...	...
					<i>Laccophilus</i>	Lacop	21	10 ± 30.51	20.00	3	1 ± 4.36	10.00
					<i>Brachyvatus</i>	Brachy	3	1 ± 4.36	10.00	3	1 ± 5.75	6.67
					<i>Pachydrus</i>	Pachy	4	2 ± 10.43	3.33	...	...
					<i>Hemibidessus</i>	Hemib	1	<1	3.33	...	...
				Dytiscidae (Larva)		Dyst(l)	37	18 ± 53.80	26.67	17	8 ± 20.09	26.67
				Noteridae	<i>Suphisellus</i>	Susell	7	3 ± 7.20	20.00	14	7 ± 18.66	20.00
					<i>Suphis</i>	Suphis	1	<1	3.33	...	...
					<i>Pronoterus</i>	Pronot	6	3 ± 7.87	13.33	4	2 ± 7.25	6.67
					<i>Hydrocanthus</i>	Hydroc	99	47 ± 204.91	43.33	80	38 ± 50.52	73.33
				Noteridae (larva)		Note(l)	18	9 ± 19.35	23.33	27	13 ± 17.74	50.00
				Lampyridae		Lampe	4	2 ± 10.43	3.33	6	3 ± 7.87	13.33
				Scirtidae (Larva)		Scirt(l)	13	6 ± 11.67	26.67	282	134 ± 234.22	70.00
				Staphylinidae		Stany	...	...		2	1 ± 3.62	6.67
				Scarabiidae		Scab	1	<1	3.33	...	...
				n.i (terrestre)		Cole(te)	6	3 ± 5.81	20.00	3	1 ± 5.75	6.67
			Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macronema</i>	Macr	2	1 ± 5.22	3.33	1	<1 ± 2.61	3.33
				Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	Neot	33	16 ± 45.69	33.33	...	...
				Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	Oece	1	<1	3.33	...	...
					<i>Neptopsyche</i>	Nept	2	1 ± 3.62	6.67	2	1 ± 3.62	6.67

Continuação Tabela 5:

Filo	Subfilo	Classe	Ordem	Familia	Género/Espécie	Abv	2008			2009		
							N ind/m ²	DP	%	N ind/m ²	DP	%
				Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	Cern	1	<1	3.33	...	...
					<i>Cyrnellus</i>	Cyrn	398	190 ± 324.07	83.33	51	24 ± 59.10	50.00
			Lepidoptera	Pyralidae		Pyra	223	106 ± 143.73	73.33	18	9 ± 25.33	23.33
			Diptera	Ceratopogonidae		Cera	52	25 ± 72.93	46.67	25	12 ± 26.01	33.33
				Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	Atrich	1	<1	3.33	14	7 ± 15.35	23.33
				Chironomidae		Chir	1923	916 ± 1080.11	96.67	7801	3715 ± 4634.22	100.00
				Chironomidae (Sub família Tanypodinae)		Tany	208	99 ± 124.65	93.33	774	369 ± 322.19	100.00
				Culicidae		Culi	137	65 ± 192.90	46.67	40	19 ± 60.30	30.00
				Ephydriidae		Ephy	1	<1	3.33	21	10 ± 54.77	3.33
				Psychodidae		Psych	2	1 ± 5.22	3.33	13	6 ± 33.91	3.33
				Stratiomyidae		Strat	2	1 ± 3.62	6.67	7	3 ± 11.06	13.33
				Tipulidae		Tipu	...	....		10	5 ± 13.18	16.67
				Syrphidae		Syrp	...	...		2	1 ± 5.22	3.33
				Tabanidae		Taba	5	2 ± 8.46	10.00	21	10 ± 18.44	36.67
Arthropoda												
	Crustacea	Copepoda				Cope	12	6 ± 22.07	6.67	...	...
		Branchiopoda				Cycl	599	285 ± 940.84	43.33	1436	684 ± 898.74	93.33
		(Grupo: Conchostraca)			<i>Cyclestheria hislopi</i>							
		Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae		Hyal	52	25 ± 56.52	33.33	5	2 ± 10.67	6.67
			Decapoda	Paleomonidae		Pale	79	38 ± 73.85	40.00	11	5 ± 15.23	13.33
Mollusca												
		Gastropoda		Planorbidae		Plan	280	133 ± 174.65	83.33	750	357 ± 372.49	96.67
				Ampullariidae		Ampu	...	...		2	1 ± 3.62	6.67
				Ancylidae		Ancy	...	...		551	262 ± 694.57	43.33
				Thiaridae		Thia	760	362 ± 843.99	66.67	558	266 ± 516.78	76.67
		Bivalvia		Shpaeriidae		Sphe	200	95 ± 130.63	76.67	1214	578 ± 1082.56	50.00
Annelida												
		Oligochaeta				Olig	129	61 ± 133.70	53.33	329	157 ± 234.57	60.00
		Hirudinea				Hiru	24	11 ± 20.68	33.33	95	45 ± 57.89	70.00

No lago Janauacá foram identificados 19 pontos amostrais com predominância de macrófitas da categoria “gramíneas” e 11 pontos amostrais com predominância de não “gramíneas”. Entre as “não gramíneas” se destacam as espécies *Eichhornia* sp. e *Neptunia* sp. (Tabela D em anexo).

Os resultados das análises de comparação da densidade e da riqueza observada de táxons de macroinvertebrados associados às macrófitas da categoria “gramíneas” e “não gramíneas” aquáticas durante os períodos de estudo são mostradas na Tab. 6.

Tabela 7- Diferenças entre estandes de macrófitas de “gramíneas” e “não gramíneas” quanto à densidade e riqueza observada de táxons de macroinvertebrados associados, em maio de 2008 e março de 2009, no lago Janauacá (AM).

Teste	Predominância	N	Medidas	2008	2009	2008-2009
Teste t	“Gramíneas” vs. “Não gramíneas”	19 e 11, respectivamente	Densidade	t= 1,91; gl=28 p=0,06	t=-1,06; gl=28 p=0,29	
			Riqueza	t=1,69; gl=28 p=0,10	t=-0,82; gl=28 p=0,42	
Teste t-pareado	Gramíneas 2008 vs. 2009	19 e 19 respectivamente	Densidade			t=-1,79; gl=18; p=0,09
			Riqueza			t=-0,58; gl=18; p=0,57
Wilcoxon pareado	Não gramínea 2008 vs. 2009	11 e 11, respectivamente	Densidade			T=1; p<0,005
Teste t-pareado			Riqueza			t=-2,33; gl=10; p=0,04

Só houve diferença significativa na comparação entre os períodos de coleta na categoria “não gramínea” tanto para a riqueza observada de táxons quanto para a densidade de macroinvertebrados aquáticos. A média da riqueza de táxons foi 16% maior em 2009 do que em 2008 ($\mu_{2008} = 17,36 \pm 7,02$, n= 11; $\mu_{2009} = 23,82 \pm 3,95$, n= 11; t= -2,66, gl= 20; p= 0,015) e a densidade foi três vezes maior em 2009 do que em 2008 ($\mu_{2008} = 2174 \pm 1373$, n= 11; $\mu_{2009} = 8549 \pm 5433$, n= 11; U= 8; p< 0,001).

Por outro lado, a estimativa da riqueza de táxons de macroinvertebrados associada a “gramíneas” e “não gramíneas” aquáticas pelo método de Jackknife de 1ª ordem (Jack1) foi em 2008 de 75 ($\pm 11,51$) para a categoria de predominância de “gramíneas” (a riqueza

observada foi 62) e 60 ($\pm 7,24$) para a categoria “não gramínea” (a riqueza observada foi 35). Em 2009 a riqueza de táxons estimada foi de 73 ($\pm 7,12$) para a categoria de predominância de “gramíneas” (riqueza observada foi de 61) e 56 ($\pm 4,52$) para a categoria “não gramínea” (riqueza observada foi de 50) (Fig. 19).

Os intervalos de confiança (95%) das estimativas de riqueza das comunidades de macroinvertebrados associados a cada categoria de dominância de macrófitas aquáticas se sobrepuseram nos períodos de coleta de 2008 e 2009, indicando que as riquezas de táxons estimadas são semelhantes (Fig. 19).

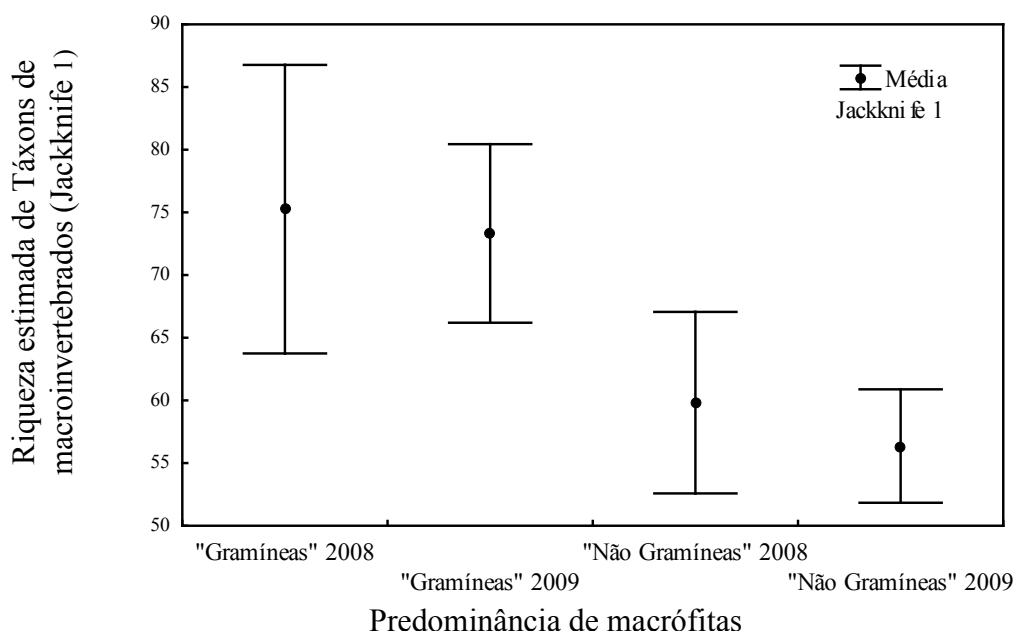


Figura 19- Riqueza estimada de táxons de macroinvertebrados associados a macrófitas “gramíneas” e “não gramíneas” pelo procedimento Jackknife 1 nos períodos de coleta 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM). As barras representam o intervalo de confiança a 95%.

As curvas de rarefação baseada em amostras (Mao Tau), cujos eixos foram adequados para o número de amostras acumuladas, se sobrepõem entre as categorias de dominância de macrófitas (Fig. 20).

As curvas cujos eixos foram readequados para o número acumulado de macroinvertebrados à medida que se adicionam amostras e, que compara a riqueza de táxons,

não se sobrepõem em nenhum dos períodos de estudo embora, tenha havido sobreposição de seus intervalos de confiança a 95%, indicando assim, a similaridade entre as comunidades avaliadas.

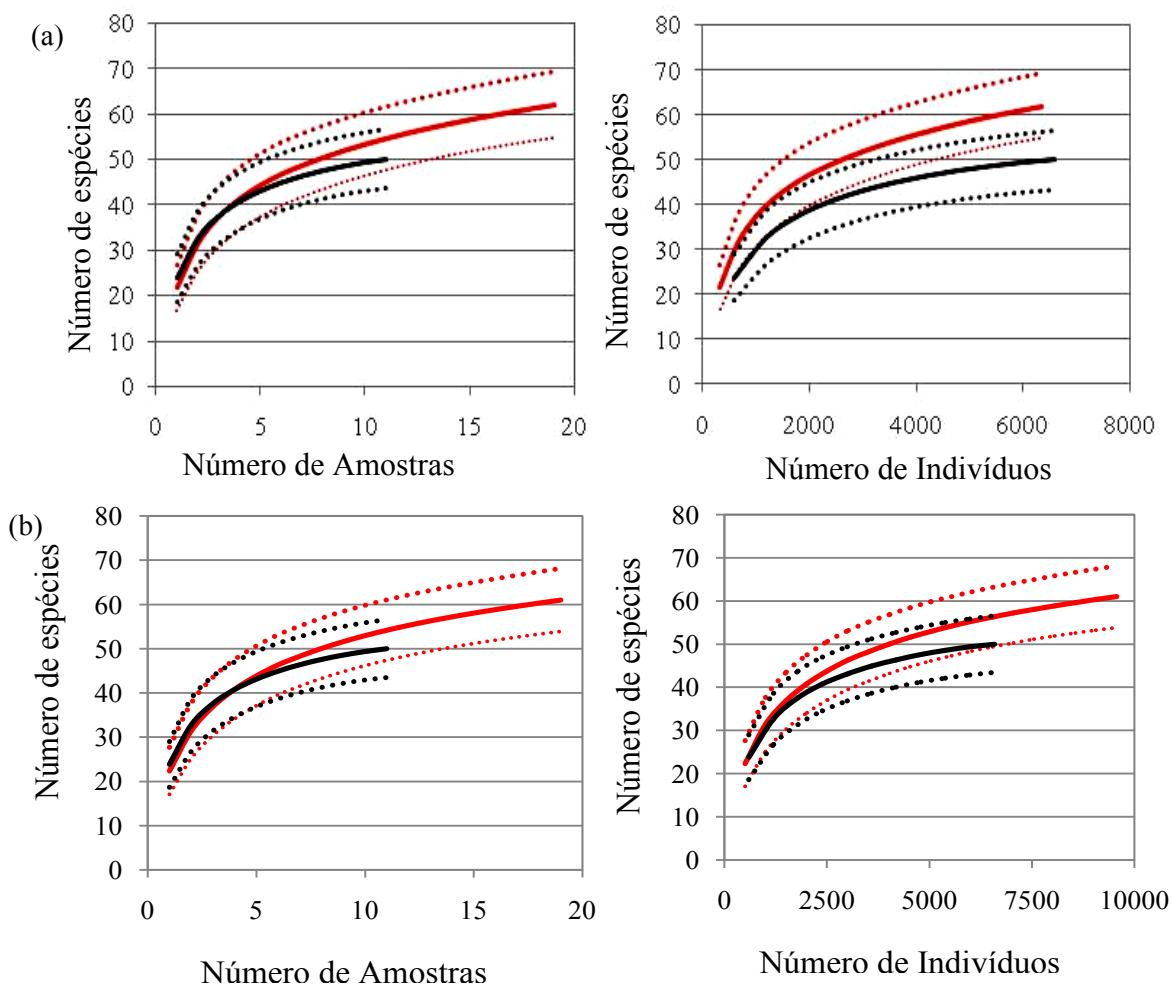


Figura 20- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados nos dois períodos de coleta 2008 (a) e 2009 (b) no lago Janauacá (AM) utilizando curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau). Vermelho= “gramíneas”; preto= “Não gramíneas”; linhas pontilhadas em preto e vermelho= intervalo de confiança a 95%.

5.2.2. Lago Grande de Curuai

A fauna total de macroinvertebrados associada a macrófitas aquáticas foi de 8.678 indivíduos distribuídos em 71 táxons durante o período de coleta de maio de 2008 e de 9.167 indivíduos distribuídos em 73 táxons no período de julho de 2009.

A densidade e a riqueza observada de táxons de macroinvertebrados no lago Grande da Várzea de Curuai foram comparadas entre os dois períodos de coleta (maio de 2008 e julho de 2009) não havendo diferença significativa para a densidade ($\mu_{C08} = 3756,49 \pm 2491,66$, $n = 33$; $\mu_{C09} = 3968,4 \pm 3708,46$, $n = 33$; $t = -0,043$, $gl = 32$, $p = 0,97$); nem para a riqueza ($\mu_{C08} = 25,94 \pm 7,81$, $n = 33$; $\mu_{C09} = 26,06 \pm 6,65$, $n = 33$; $t = -0,064$; $gl = 32$; $p = 0,95$).

A riqueza de táxons estimada com Jackknife de 1ª ordem (Jack 1) foi de 80 ($\pm 6,52$) para o período de 2008 e 84 ($\pm 7,33$) para o período de coleta de 2009, demonstrando que ainda poderia ser amostrado um maior número de táxons. Como os intervalos de confiança destas duas comunidades de macroinvertebrados se sobrepuseram, as riquezas de táxons estimadas também foram similares (Fig. 21).

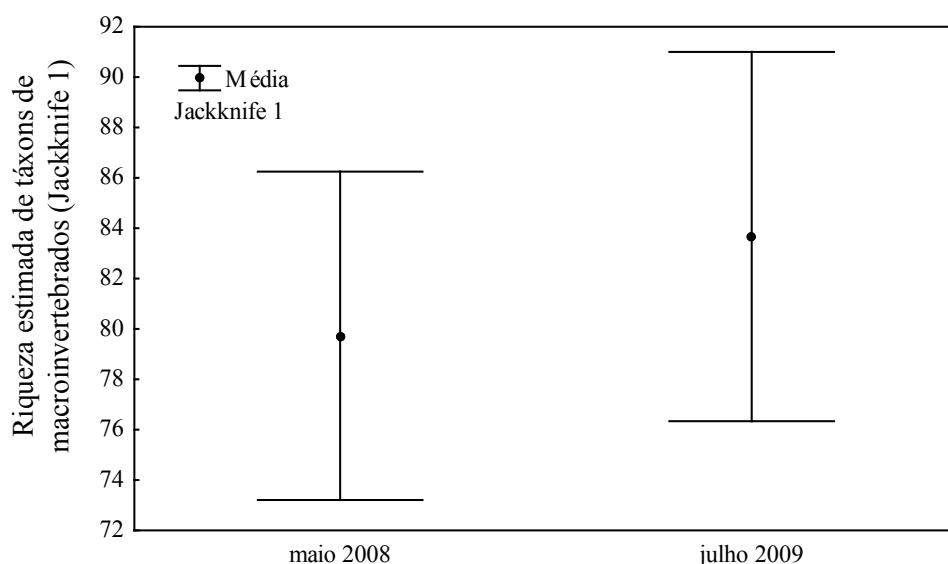


Figura 21- Riqueza estimada pelo procedimento Jackknife 1 no lago Grande de Curuai(PA) nos períodos de coleta 2008-2009. As barras representam o intervalo de confiança a 95%.

O gráfico (a) (Fig. 22) indica que as estimativas de densidade de espécies para o lago Grande de Curuai (PA), no período de 2008 e 2009, são similares, uma vez que suas curvas e os seus intervalos de confiança se sobrepõem. Ao redimensionar a curva para indivíduos, como mostrado no gráfico (b) (Fig. 22), a semelhança (na riqueza de táxons) de 2008 para 2009 é ainda maior.

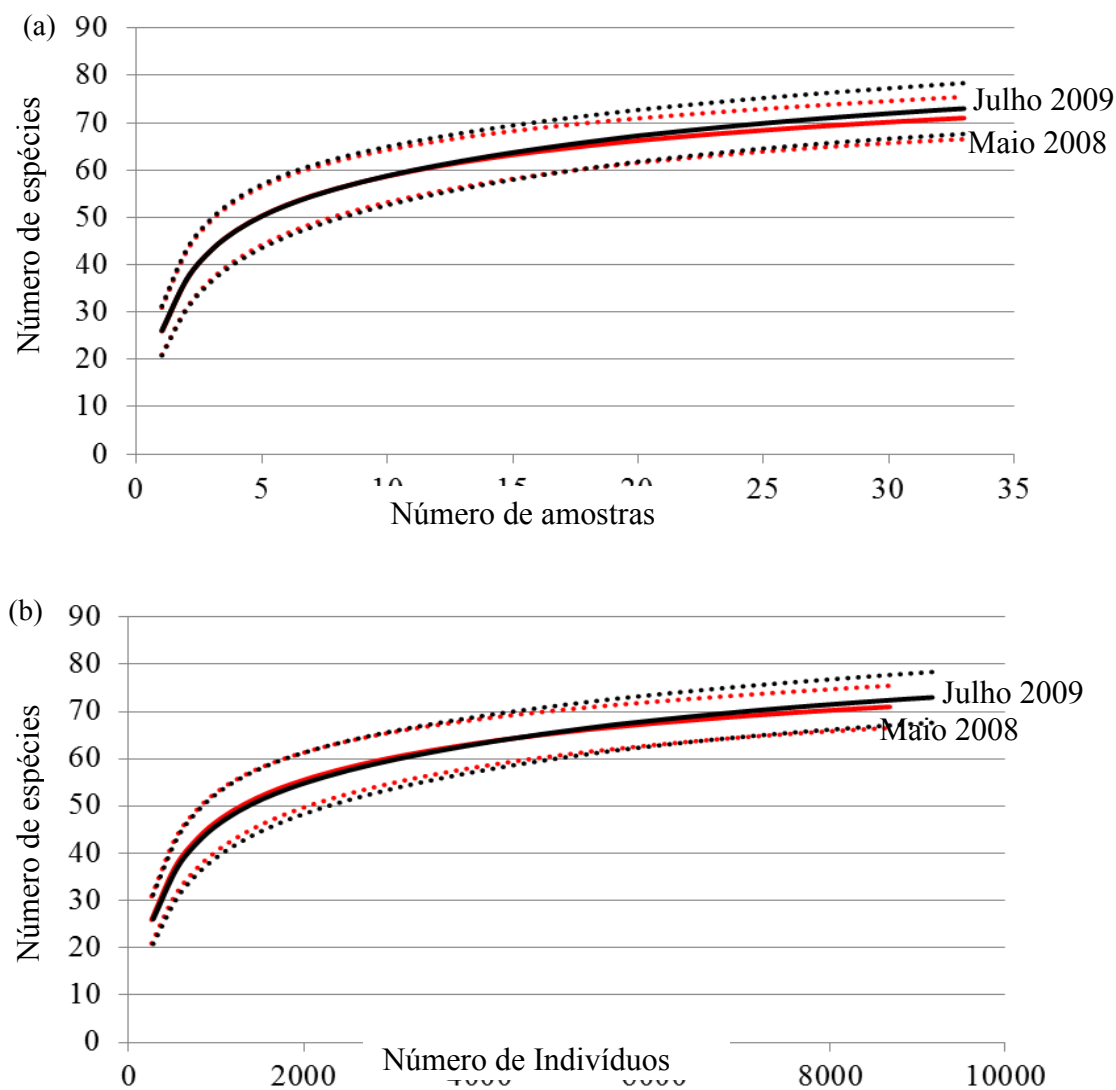


Figura 22- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados entre os dois períodos de coleta no lago Grande de Curuai (PA) por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras (a) e readequadas a indivíduos (b) (Mao Tau). Linha vermelha= maio de 2008; linha preta=março de 2009. Linhas pontilhadas em vermelho e preto= intervalo de confiança a 95%.

A ordenação (NMDS) baseada na composição (densidade) dos táxons de macroinvertebrados associados aos quatro grupos de predominância de macrófitas posicionou a maioria dos pontos amostrais num grande grupo, sugerindo que as macrófitas amostradas em 2008 apresentavam fauna de macroinvertebrados similar (Fig. 23).

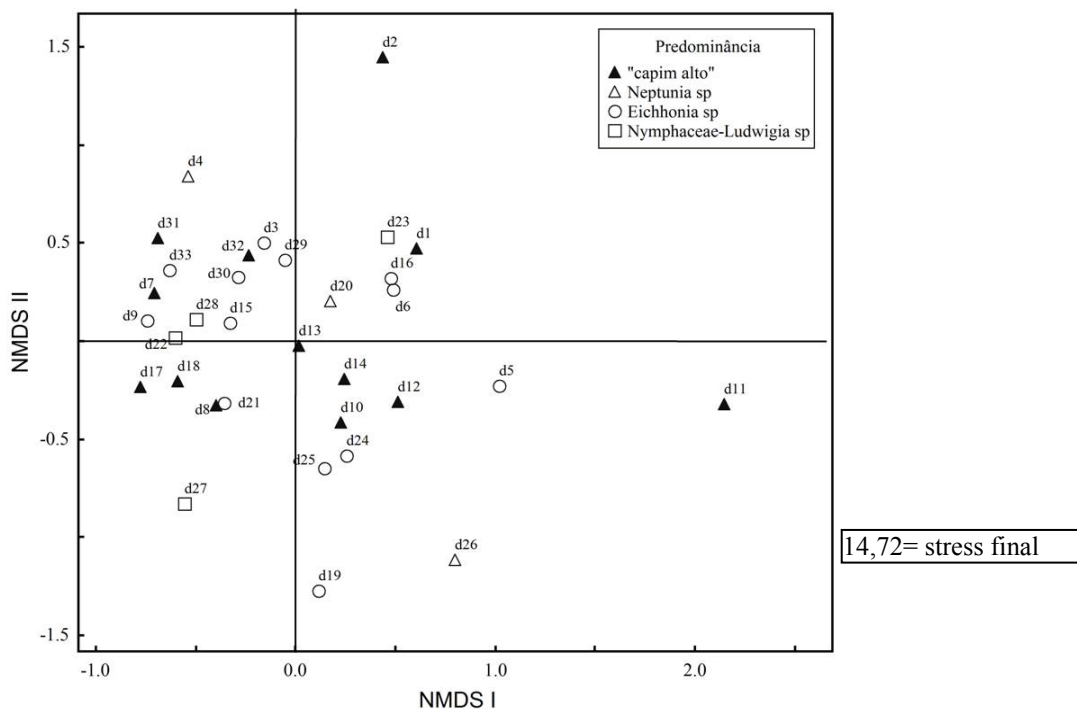


Figura 23- Ordenação dos pontos amostrais no lago Grande de Curuai (PA) baseada na composição (densidade) de macroinvertebrados coletados no período de maio de 2008. Símbolos representam o tipo de predominância de macrófitas nos pontos amostrais (Legenda= símbolos em preto= categoria “gramíneas”; símbolos em branco: “não gramíneas”).

A ordenação (NMDS) baseada na composição (densidade) dos táxons de macroinvertebrados associados às categorias de predominância de macrófitas para as amostras coletadas em 2009 posicionou a maioria dos pontos amostrais da categoria “gramíneas” num grupo ligeiramente separado do grupo das “não gramíneas” sugerindo que a fauna de macroinvertebrados associada às macrófitas apresentam diferenças na sua composição (Fig. 24).

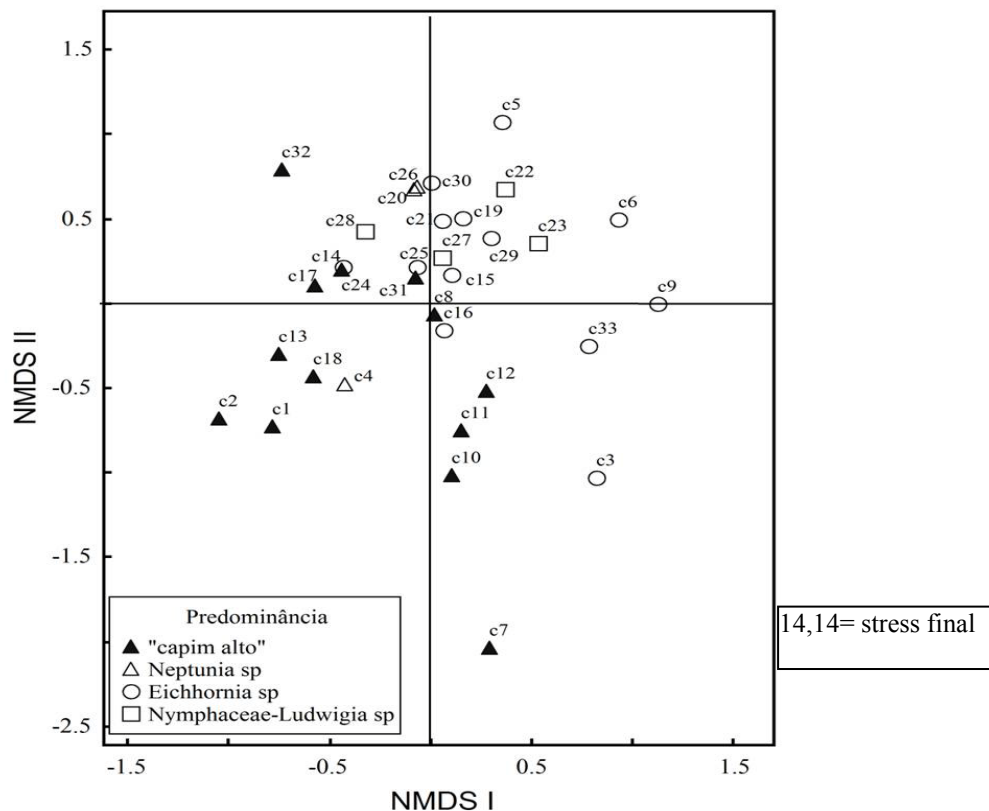


Figura 24- Ordenação dos pontos amostrais no lago Grande de Curuai (PA), baseado na composição (densidade) de macroinvertebrados coletados no período de julho de 2009. Símbolos representam o tipo de predominância de macrófitas nos pontos amostrais (Legenda= símbolos em negro a categoria “gramíneas”; símbolos em branco, “não gramíneas”).

Dos 81 táxons de macroinvertebrados identificados em ambos os períodos de estudo, os táxons Chironomidae (Diptera), *Cynnellus* (Trichoptera: Polycentropodidae), Planorbidae (Mollusca), Conchostraca (Crustacea: Branchiopoda) e Pyralidae (Lepidoptera) estão entre os mais freqüentes e mais abundantes no lago Grande de Curuai (Tab. 7).

Foram coletados 8.678 ind. (indivíduos) distribuídos em 71 táxons na coleta de maio de 2008 e 9.167 ind. distribuídos em 73 táxons na coleta de julho de 2009. Os táxons de macroinvertebrados coletados no lago Grande de Curuai pertencem aos Filo Anellida, Nematoda, Mollusca e Arthropoda.

O Filo Arthropoda foi o grupo taxonômico mais abundante e com maior riqueza de táxons nos dois períodos de coleta sendo encontrados 6.799 indivíduos distribuídos em 62 táxons em 2008 e 6.915 indivíduos distribuídos em 60 táxons na coleta de julho de 2009.

A espécie *C. hislopi* (Crustacea:Conchostraca) teve alta frequência de ocorrência na coleta de 2008 (88%) e 2009 (97%) e também alta abundância nos dois períodos de estudo.

A Classe Insecta foi a mais abundante do Filo Arthropoda. Dessa classe, Diptera foi a ordem mais abundante, representando 28% do total de indivíduos coletados em 2008 e 33% do total em 2009, sendo a família Chironomidae quem mais contribuiu com este percentual com quase 100% de ocorrência nos dois períodos de estudo.

As outras ordens mais abundantes da classe Insecta em 2008 e 2009 foram: Coleoptera, Ephemeroptera, Trichoptera e Hemiptera. Entre os 26 táxons de Coleoptera destaca-se Hydrophilidae, que ocorreu em grande abundância e com frequência de ocorrência superior a 40%. Da ordem Ephemeroptera, a espécie *B. irmleri* foi abundante em ambos os períodos de coleta. *Callibaetis gonzalezi* teve frequência de ocorrência maior do que 60% em 2009. *Asthenopus curtus* (Hagen, 1861) ocorreu com frequência menor do que 30%, em ambos os anos.

Sete gêneros da Ordem Trichoptera foram coletados no total, sendo que a frequência de ocorrência de *Cyrnellus* (Polycentropodidae) foi maior do que 80%. Dos 13 gêneros da Ordem Hemiptera, o mais abundante foi o gênero *Tenagobia* (Corixidae), já o gênero *Pelocoris* (Naucoridae) ocorreu em mais do que 50% das amostras, nos dois períodos coletados. Os lepidópteros do táxon Pyralidae foram abundantes em ambos os períodos de coleta e com frequência de ocorrência maior do que 80%. Da Ordem Odonata, a família Libellulidae teve frequência de ocorrência maior do que 60% nos dois períodos de coleta.

Tabela 8- Número de indivíduos (N), densidade média (ind/m²) ± Desvio padrão (DP) e frequência de ocorrência (%) de macroinvertebrados aquáticos associados a macrófitas coletados no lago Grande de Curuai (PA), em maio de 2008 e julho de 2009.

Filo	SubFilo	Classe	Ordem	Familia	Gênero/Espécie	Abv	2008				2009				
							N	ind/m ²	DP	%	N	ind/m ²	DP	%	
Arthropoda															
	Chelicerata	Arachnida	Araneae			Arac	95	41 ± 53.06	69.70	86	37 ± 42.25	78.79			
			Acari (Grupo: Hydrachnidia)			Hydr	15	6 ± 18.54	18.18	12	5 ± 14.20	18.18			
Arthropoda															
	Atelocerata	Hexapoda (Entognatha)	Collembola			Colle	1	<1	3.03	...	...		
		Hexapoda (Insecta)	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Brasilocaenis irmleri</i>	Bras	127	55 ± 133.09	42.42	339	147 ± 253.96	93.94			
				Polymitarciidae	<i>Asthenopus curtus</i>	Asth	24	10 ± 20.60	30.30	24	10 ± 21.21	27.27			
				Baetidae	<i>Callibaetis gonzalezi</i>	Calli	29	12 ± 18.15	42.42	180	78 ± 122.48	66.67			
				Leptohiphidae		Lepto	1	<1	3.03	...	...		
			Odonata	Coenagrionidae		Coen	21	9 ± 13.75	39.39	31	13 ± 19.21	42.42			
				Libellulidae		Libe	127	55 ± 105.35	78.79	115	50 ± 73.98	63.64			
				Aeshnidae		Aesh	...	...		3	1 ± 5.49	6.06			
			Orthoptera			Ort	39	17 ± 26.65	51.52	32	14 ± 23.28	42.42			
			Hemiptera (Subordem: Heteroptera)	Pleidae	<i>Neoplea</i>	Neop	19	8 ± 15.17	30.30	73	32 ± 56.55	57.58			
				Corixidae	<i>Tenagobia</i>	Tena	88	38 ± 66.69	57.58	203	88 ± 280.35	45.45			
				Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	Belo	56	24 ± 25.87	75.76	17	7 ± 10.79	39.39			
				Hebridae	<i>Hebrus</i>	Hebr	9	4 ± 9.63	18.18	4	2 ± 5.93	9.09			
				Naucoridae	<i>Limnocoris</i>	Limno	8	3 ± 10.73	12.12	...	...		
					<i>Pelocoris</i>	Peloc	39	17 ± 18.02	60.61	49	21 ± 30.33	54.55			
				Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	Meso	48	21 ± 73.11	33.33	3	1 ± 4.17	9.09			

Continuação Tabela 7

Filo	SubFilo	Classe	Ordem	Familia	Gênero/Espécie	Abv	2008				2009			
							N	ind/m ²	DP	%	N	ind/m ²	DP	%
				Notonectidae	<i>Buenoa</i>	Buen	3	1 ± 5.49	6.06	8	3 ± 10.12	12.12		
					<i>Martarega</i>	Marta	...	...		2	1 ± 3.46	6.06
				Saldidae	<i>Saldula</i>	Sald	2	1 ± 2.75	3.03	...	...	
				Veliidae	<i>Stridulivelia</i>	Strid	...	...		1	<1	3.03
					<i>Rhagovelia</i>	Rhag	1	<1	3.03	5	2 ± 8.84	6.06		
					<i>Paravelia</i>	Parav	3	1 ± 4.17	9.09	2	1 ± 4.97	3.03		
			Coleoptera	Curculionidae		Cure	90	39 ± 45.77	69.70	97	42 ± 38.12	78.79		
				Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	Gyri	30	13 ± 19.02	45.45	55	24 ± 37.40	42.42		
				Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	Beros	54	23 ± 42.38	48.48	24	10 ± 15.27	48.48		
					<i>Derallus</i>	Derall	111	48 ± 45.01	81.82	56	24 ± 41.57	60.61		
					<i>Helochares</i>	Heloch	76	33 ± 52.67	54.55	140	61 ± 95.30	63.64		
					<i>Tropisternus</i>	Tropis	25	11 ± 16.38	42.42	17	7 ± 15.62	27.27		
					<i>Paracymus</i>	Para	2	1 ± 3.46	6.06	...	...	
				Hydrophilidae (larva)		Hydp(l)	238	103 ± 116.15	90.91	202	87 ± 173.20	81.82		
				Dytiscidae	<i>Hydrovatus</i>	Hydov	1	<1	3.03	1	<1	3.03		
					<i>Laccophilus</i>	Lacop	18	8 ± 17.53	27.27	15	6 ± 12.92	27.27		
					<i>Brachyvatus</i>	Brachy	7	3 ± 7.79	15.15	16	7 ± 25.28	12.12		
					<i>Pachydrus</i>	Pachy	...	...		5	2 ± 7.25	9.09
					<i>Hemibidessus</i>	Hemib	1	<1	3.03	3	1 ± 5.49	6.06		
					<i>Megadytes</i>	Mega	4	2 ± 6.92	6.06	1	<1	3.03		
				Dytiscidae (Larva)		Dyst(l)	105	45 ± 71.74	57.58	75	32 ± 46.05	51.52		
				Noteridae	<i>Suphisellus</i>	Susell	72	31 ± 88.10	33.33	8	3 ± 9.47	15.15		
					<i>Suphis</i>	Suphis	4	2 ± 7.79	6.06	5	2 ± 8.08	9.09		
					<i>Pronoterus</i>	Pronot	4	2 ± 7.79	6.06	1	<1	3.03		
					<i>Hydrocanthus</i>	Hydroc	138	60 ± 106.45	63.64	66	29 ± 43.15	45.45		

Continuação Tabela 7

Filo	SubFilo	Classe	Ordem	Familia	Gênero/Espécie	Abv	2008				2009			
							N	ind/m ²	DP	%	N	ind/m ²	DP	%
						Note(l)	40	17 ± 26.19	45.45	20	9 ± 18.54	36.36		
						lampe	109	47 ± 93.16	48.48	83	36 ± 37.14	66.67		
						Scirt(l)	60	26 ± 43.22	57.58	40	17 ± 44.29	30.30		
						Elmi	...	...		2	1 ± 3.46	6.06	
						Stany	...	...		18	8 ± 35.37	9.09	
						Scab	2	1 ± 4.97	3.03	...	...	
						Cole(te)								
						n.i (terrestre)	22	10 ± 19.45	36.36	35	15 ± 28.56	36.36		
			Trichoptera			<i>Macronema</i>	1	<1	3.03	...	...	
						<i>Neotrichia</i>	5	2 ± 5.20	15.15	10	4 ± 9.09	24.24		
						<i>Oxyethira</i>	9	4 ± 11.45	15.15	...	...	
						<i>Oecetis</i>	4	2 ± 4.73	12.12	84	36 ± 45.75	63.64		
						<i>Neptopsyche</i>	7	3 ± 6.92	18.18	1	<1	3.03		
						Cyrn								
						<i>Cyrnellus</i>	440	190 ± 430.44	81.82	169	73 ± 153.35	81.82		
						<i>Marilia</i>	...	...		7	3 ± 15.05	6.06	
			Lepidoptera			Pyra	258	112 ± 102.86	87.88	265	115 ± 115.31	84.85		
			Diptera			Cera	14	6 ± 8.01	39.39	16	7 ± 14.78	27.27		
						<i>Atrichopogon</i>	11	5 ± 16.62	12.12	21	9 ± 36.39	6.06		
						Chir	1964	850 ± 1029.31	100.00	2481	1074 ± 2032.66	96.97		
						Tany	305	132 ± 109.09	96.97	470	203 ± 323.45	90.91		
						Chironomidae (Sub-familia: Tanypodinae)								
						Culi	159	69 ± 266.05	45.45	31	13 ± 51.99	9.09		
						Ephy	14	6 ± 27.44	12.12	3	1 ± 7.46	3.03		
						Strat	8	3 ± 8.77	15.15	...	...	
						Tipu	1	<1	3.03	...	...	

Continuação Tabela 7

Filo	SubFilo	Classe	Ordem	Familia	Gênero/Espécie	Abv	2008				2009			
							N	ind/m ²	DP	%	N	ind/m ²	DP	%
Arthropoda														
	Crustacea	Copepoda				Cope	9	4 ± 11.45	15.15		2	1 ± 4.97	3.03	
		Branchiopoda				Cycl	1601	693 ± 1194.54	87.88		924	400 ± 421.46	96.97	
		(Grupo: Conchostraca)												
		Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Cyclestheria hislopi</i>	Hyal	129	56 ± 113.97	33.33		255	110 ± 263.30	45.45	
				Talitridae		Tali	...	...			1	<1	3.03
			Decapoda	Palaeomonidae		Pale	1	<1	3.03		71	31 ± 154.78	9.09	
				Trichodactylidae		Tricho	4	2 ± 5.93	9.09		28	12 ± 29.26	21.21	
Mollusca														
		Gastropoda		Planorbidae		Plan	962	416 ± 789.29	81.82		384	166 ± 365.47	63.64	
				Ampullariidae		Ampu	...	...			38	16 ± 34.65	30.30
				Ancylidae		Ancy	42	18 ± 53.48	18.18		145	63 ± 134.25	63.64	
				Thiaridae		Thia	182	79 ± 313.46	57.58		1012	438 ± 1151.50	54.55	
				Succineidae		Succ	...	...			1	<1	3.03
		Bivalvia	Verenoida	Sphaeriidae		Sphe	218	94 ± 170.98	63.64		240	104 ± 114.75	84.85	
Annelida														
		Oligochaeta				Olig	41	18 ± 27.44	48.48		91	39 ± 122.94	48.48	
		Hirudinea				Hiru	322	139 ± 256.40	63.64		131	57 ± 103.66	57.58	
Nematoda														
						Nema	2	1 ± 3.46	6.06		10	4 ± 24.87	3.03	

No lago Grande de Curuai foram identificadas 13 pontos amostrais com predominância de macrófitas “gramíneas” e 20 com predominância de “não gramíneas”.

Entre as “não gramíneas”, as macrófitas do gênero *Eichhornia* sp foram as predominantes em 13 pontos amostrais (Tabela E em anexo).

Os resultados das análises de comparação das densidades e da riqueza observada de táxons de macroinvertebrados associados a “gramíneas” e “não gramíneas” das coletas de maio de 2008 e julho de 2009 são mostradas na Tabela 8.

Tabela 9- Diferenças entre estandes de macrófitas de “gramíneas e “não gramíneas” quanto à densidade e riqueza de táxons de macroinvertebrados associados no lago Grande de Curuai (PA) em 2008 e 2009.

Teste	Categoria	N	Medidas	2008	2009	2008-2009
Teste t- pareado	“Gramíneas” vs. não gramíneas”	13 e 20, respectivamente	Densidade	t=-0,25;gl=31 p=0,80	t=0,64;gl=31 p=0,53	
			Riqueza	t=-0,10;gl=31 p=0,921	t=-2,47;gl=31 p=0,02	
Teste t- pareado	Gramíneas: 2008 vs. 2009	13 e 13, respectivamente	Densidade			t=-0,41; gl=12; p=0,688
			Riqueza			t= 0,91; gl=12; p=0,383
Teste t- pareado	Não gramínea 2008 vs. 2009	20 e 20, respectivamente	Densidade			t=0,37; gl=19; p=0,72
			Riqueza			t=-0,96;gl=19; p=0,349

Só houve diferença significativa quando comparados a riqueza de macroinvertebrados aquáticos associada a “gramíneas” e “não gramíneas” da coleta de 2009 sendo que a riqueza de táxons foi 11% maior na categoria “não gramíneas” comparado com a categoria “gramíneas” ($\mu_{gram09} = 22,77 \pm 6,06$, n= 13; $\mu_{nãogram09} = 28,2 \pm 6,25$, n= 20; t= -2,467, gl= 31; p= 0,019).

Por outro lado, a estimativa da riqueza de táxons de macroinvertebrados associados a “gramíneas” e “não gramíneas” pelo método de Jackknife de 1ª ordem (Jack 1) foi de 72 ($\pm 6,51$) para a categoria de predominância de “gramíneas” e 77 ($\pm 6,11$) para a categoria “não gramíneas” na coleta de 2008.

Em 2009 a riqueza estimada de táxons foi de 70 ($\pm 9,83$) para a categoria de predominância de “gramíneas” e 80 ($\pm 8,85$) para a categoria “não gramínea”.

Em ambos os anos os intervalos de confiança (95%) das estimativas de riqueza de táxons das comunidades de macroinvertebrados associados a macrófitas se sobrepuseram indicando a similaridade entre as riquezas de táxons estimadas (Fig. 25).

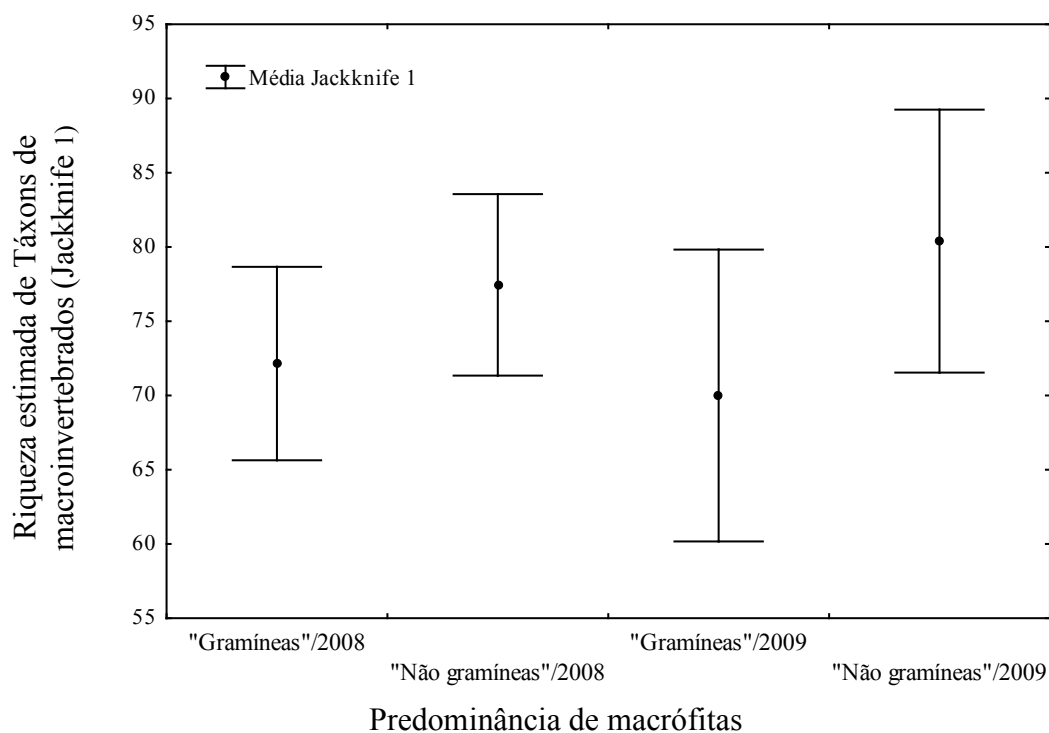


Figura 25- Riqueza estimada de táxons de macroinvertebrados associados às macrófitas “gramíneas” e “não gramíneas” pelo Método Jackknife 1, em 2008 e 2009, no lago Grande de Curuai(PA). As barras representam o intervalo de confiança a 95%.

As curvas de rarefação baseada em amostras (Mao Tau) foram construídas com as amostras de cada categoria de dominância de macrófitas nos dois períodos de estudo. Nos gráficos que têm os eixos dimensionado pelo número de amostras acumuladas e que comparam a densidade de táxons, os intervalos de confiança a 95% das curvas de rarefação estimadas se sobrepõem entre as categorias de dominância de macrófitas, nos dois períodos analisados (Fig. 26).

Nos gráficos que têm os eixos readequados para o número acumulado de macroinvertebrados à medida que se adicionam amostras e que comparam a riqueza de táxons, os intervalos de confiança a 95% também se sobrepõem, indicando a similaridade entre as comunidades de macroinvertebrados analisadas. Esse resultado é diferente ao obtido para a riqueza observada de táxons na coleta de 2009 onde o número de táxons indicou diferenças nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas “gramíneas e não gramíneas” (Fig. 26).

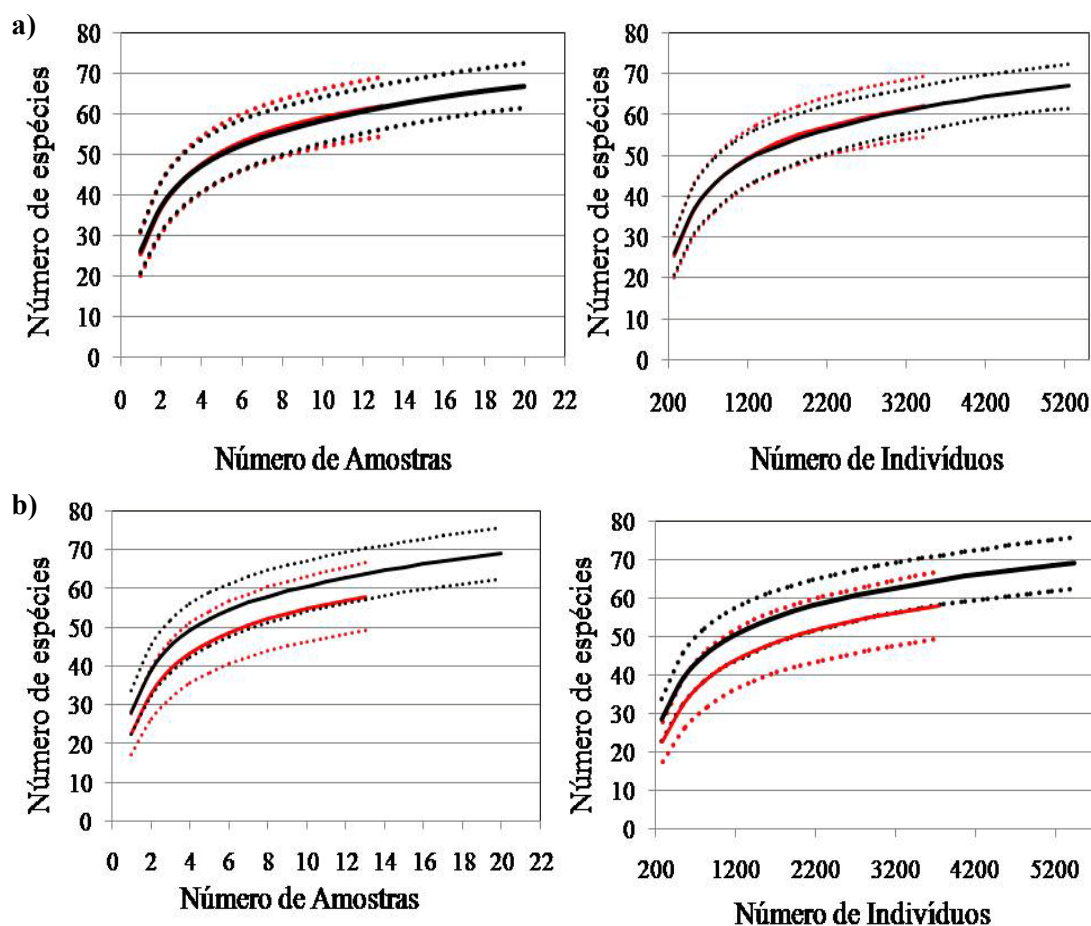


Figura 26 - Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados nos dois períodos de coleta 2008 (a) e 2009 (b) no lago Grande de Curuai (PA) por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau). Vermelho=“gramíneas”; preto=“Não gramíneas”; linhas pontilhadas em preto e vermelho=intervalo de confiança a 95%.

5.2.3. Comparação da abundância e riqueza entre o lago Janauacá e o lago Grande do Curuai

Os lagos Janauacá e Grande do Curuai apresentaram densidades similares de macroinvertebrados associados a macrófitas, em 2008 ($t = -0,679$, $gl = 61$, $p = 0,499$). No entanto, a riqueza de táxons de macroinvertebrados observada foi em média 13% maior em Curuai quando comparada com a do lago Janauacá no mesmo ano ($\mu_{j08} = 20,033 \pm 6,77$; $\mu_{c08} = 25,94 \pm 7,81$; $t = -3,193$; $p < 0,05$).

Nas coletas de 2009, a abundância de macroinvertebrados foi em média duas vezes maior no lago Janauacá em relação ao lago Grande do Curuai ($\mu_{j09} = 7.690 \pm 5.711$, $n = 30$; $\mu_{c09} = 3.968 \pm 3.708$, $n = 33$; $t = 3,6705$, $gl = 61$; $p < 0,05$) enquanto que a riqueza observada de macroinvertebrados aquáticos foi em média 7% maior no lago Grande do Curuai em relação ao lago Janauacá ($\mu_{j09} = 22,9 \pm 4,63$, $n = 30$; $\mu_{c09} = 26,06 \pm 6,65$, $n = 33$; $t \text{ var. sep.} = -2,204$, $gl = 57,27$; $p = 0,032$).

As curvas de rarefação baseada em momentos (Mao Tau) foram construídas com as amostras de cada lago de estudo e nos dois períodos de coleta (Fig. 27). Nos gráficos que têm os eixos dimensionados pelo número de amostras acumuladas e que compara a densidade de táxons, os intervalos de confiança a 95% das curvas de rarefação estimadas para os dois períodos de coleta se sobrepõem.

Nos gráficos que têm os eixos readequados pelo número acumulado de macroinvertebrados à medida que se adicionam amostras e que comparam a riqueza de táxons, as curvas de rarefação se sobrepõem em 2008 mas não se sobrepõem na coleta de 2009, sendo um indicativo da diferença significativa entre as comunidades de macroinvertebrados associadas às macrófitas do lago Janauacá e Curuai. Esse resultado corrobora o obtido para a riqueza observada na coleta de 2009 onde o número de táxons

indicou diferenças nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas, nessas duas áreas (Fig. 27).

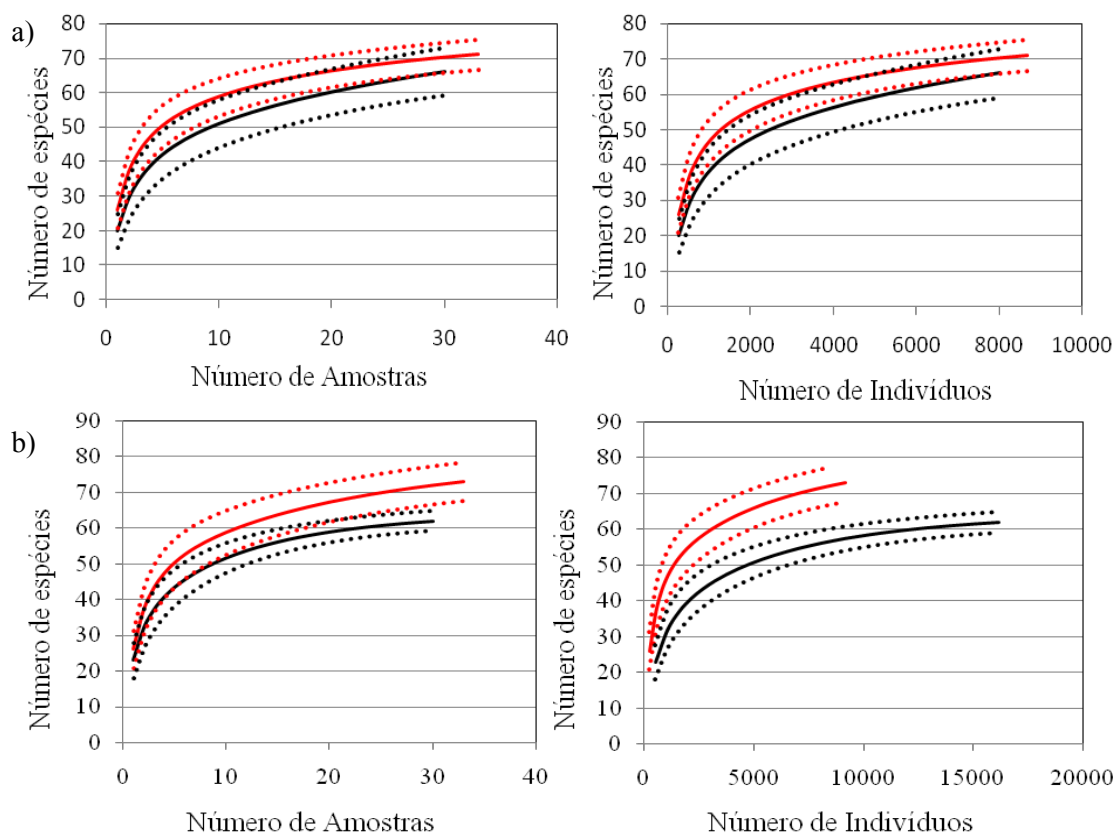


Figura 27- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados nos períodos de coleta 2008(a) e 2009(b) estimadas por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau). Vermelho=lago Grande de Curuai (PA) ; preto=lago Janauacá (AM); linhas pontilhadas em preto e vermelho=intervalo de confiança a 95%.

As curvas de rarefação baseada em amostras e readequadas a indivíduos (Mao Tau) construídas com as amostras de macrófitas “gramíneas” e “não gramíneas”, de cada lago estudado, nos dois períodos de coleta foram similares. Exceto a curva de “não gramíneas”, das coletas de 2009, onde o gráfico que tem o eixo readequado pelo número acumulado de macroinvertebrados à medida que se adicionam amostras e que compara a riqueza de táxons, que foram significativamente diferentes (Fig. 28).

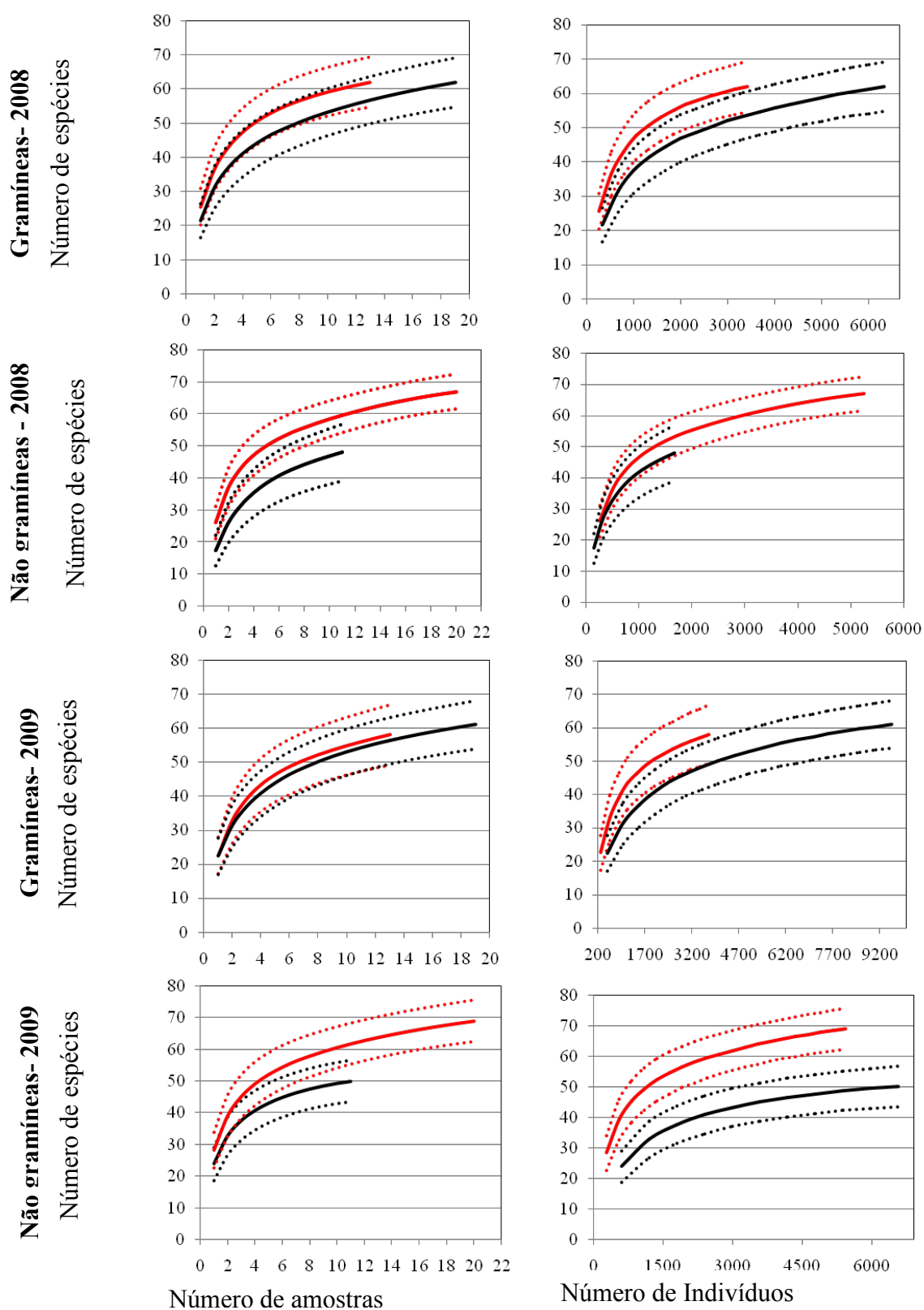


Figura 28- Comparação da riqueza de táxons de macroinvertebrados em gramíneas e não gramíneas de 2008 e 2009 por meio de curvas de rarefação baseadas em amostras e readequadas para indivíduos (Mao Tau). Vermelho=Lago grande de Curuai (PA) preto= Lago Janauacá (AM); linhas pontilhadas em preto e vermelho=intervalo de confiança a 95%.

Entre os macroinvertebrados aquáticos associados a macrófitas da categoria “não gramíneas” coletados nos lagos Janauacá e Curuai em 2009, os táxons Chironomidae (Chir) e Conchostraca (Cycl) foram os mais abundantes e de maior frequência de ocorrência. Táxons do grupo Ephemeroptera, Heteroptera, Hydrophilidae e Mollusca tiveram abundância média (> 100 ind/m²) e com frequência de ocorrência maior do que 50%, nos dois lagos (Fig. 29).

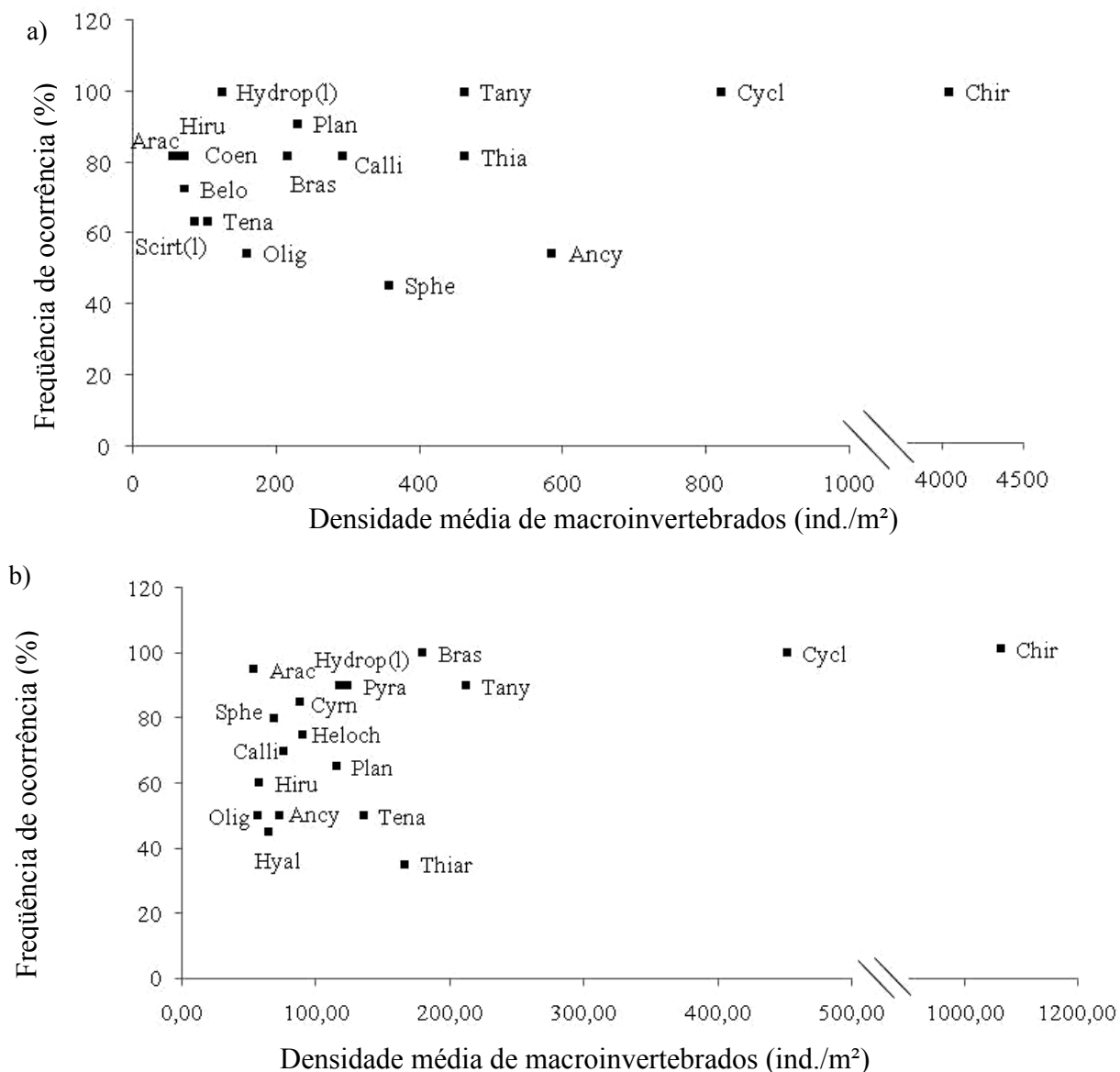


Figura 29- Táxons de macroinvertebrados com maiores frequências e com maiores densidades médias no lago Janauacá (a) e no lago grande de Curuai (b) coletados no período de estudo de 2009 nos estandes de macrófitas com predominância de “não gramíneas”.

5.2.4. Grupos Funcionais Tróficos (GFT)

Macroinvertebrados foram classificados em cinco grupos funcionais tróficos: predador, coletor-filtrador, coletor-apanhador, raspador/herbívoro e fragmentador (Tab.9), de acordo com Merritt & Cummins (1996), com complementações de Triplehorn & Johnson (2005) Cummins *et al.* (2005) e Couceiro (2009).

Tabela 10– Táxons de macroinvertebrados aquáticos coletados no Lago Janauacá (AM) e Lago Grande de Curuai (PA) organizados em grupos funcionais tróficos (GFT). (Pr= predador; Ras-herb= raspador-herbívoro; Col-filt= coletor-filtrador; col-apa= coletor-apanhador; frag= fragmentador)

Filo	Subfilo	Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécie	Abv	GFT
Arthropoda							
	Chelicerata	Arachnida		Araneae		Arac	Pr
				Acari (Grupo Hydrachnidia)		Hydr	Pr
Arthropoda							
	Atelocerata	Hexapoda (Entognatha)		Collembola		Colle	Rasp-herb
		Hexapoda (Insecta)	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Brasilocaenis irmleri</i>	Bras	Col-apa; Rasp-herb
				Polymitarcyidae	<i>Asthenopus curtus</i>	Asth	Col-filt
				Baetidae	<i>Callibaetis gonzalezi</i>	Calli	Col-apa; Rasp-herb
				Leptophyidae		Lepto	Col-filt
			Odonata	Coenagrionidae		Coen	Pr
				Libellulidae		Libe	Pr
				Aeshnidae		Aesh	Pr
			Orthoptera			Ort	Col-apa; Rasp-herb
			Hemiptera (Sub ordem Heteroptera)	Nepidae	<i>Ranatra</i>	Rana	Pr
				Pleidae	<i>Neoplea</i>	Neop	Pr
				Gerridae	<i>Trepobates</i>	Trepo	Pr
					<i>Rheumatobates</i>	Rheum	Pr
				Corixidae	<i>Tenagobia</i>	Tena	Pr
				Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	Belo	Pr
				Hebridae	<i>Hebrus</i>	Hebr	Pr
				Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	Rhag	Pr
					<i>Stridulivelia</i>	Strid	Pr
					<i>Paravelia</i>	Parav	Pr
				Saldidae	<i>Saldula</i>	Sald	Pr
				Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	Meso	Pr
				Naucoridae	<i>Pelocoris</i>	Peloc	Pr
					<i>Limnocoris</i>	Limno	Pr
				Notonectidae	<i>Martarega</i>	Marta	Pr
					<i>Buenoa</i>	Buen	Pr
			Coleoptera	Curculionidae		Curc	Rasp-Herb; Frag
				Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	Gyri	Pr
				Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	Beros	Pr
					<i>Paracymus</i>	Parac	Col-apa
					<i>Derallus</i>	Derall	Pr

Continuação de tabela 9

Filo	Subfilo	Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécie	Abv	GFT
Arthropoda							
	Atelocerata	Hexapoda (Insecta)	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Helochares</i>	Heloch	Col-apa
					<i>Tropisternus</i>	Tropis	Col-apa
					<i>Phaenonotum</i>	Phaen	Col-apa
				Hydrophilidae (larva)		Hydp(l)	Pr
				Dytiscidae	<i>Hydrovatus</i>	Hydov	Pr
					<i>Laccophilus</i>	Lacop	Pr
					<i>Brachyvatus</i>	Brachy	Pr
					<i>Pachydus</i>	Pachy	Pr
					<i>Hemibidessus</i>	Hemib	Pr
					<i>Megadytes</i>	Mega	Pr
				Dytiscidae (Larva)		Dyst(l)	Pr
				Noteridae	<i>Suphisellus</i>	Susell	Pr
					<i>Suphis</i>	Suphis	Pr
					<i>Pronoterus</i>	Pronot	Pr
					<i>Hydrocanthus</i>	Hydroc	Pr
				Noteridae (larva)		Note(l)	Pr; Col-apa
				Lampyridae		Lampe	Pr
				Scirtidae (Larva)		Scirt(l)	Col-apa;Frag; Rasp-herb
				Staphylinidae		Stany	Pr
				Scarabiidae		Scab	Rasp-herb
				Elmidae			Frag
				n.i (terrestre)		Cole(te)	Pr;Col-apa; Rasp-herb
			Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macronema</i>	Macr	Col-filt
				Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	Neot	Rasp-herb
					<i>Oxyethira</i>	Oxye	Rasp-herb
				Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	Oece	Pr
					<i>Neptopsyche</i>	Nept	Col-apa;Frag; Rasp-herb
				Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	Cern	Pr
					<i>Cyrnellus</i>	Cyrn	Col-filt
				Odontoceridae	<i>Marilia</i>	Mari	Rasp-herb
		Lepidoptera		Pyralidae		Pyra	Rasp-herb
		Diptera		Ceratopogonidae		Cera	Pr;Col-apa; Rasp-herb
				Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	Atrich	Col-apa; Rasp-herb
				Chironomidae		Chir	Col-apa (70%); Frag (10%); Ras-her(10%); Pr
				Chironomidae (Sub família Tanypodinae)		Tany	Pr
				Culicidae		Culi	Pr; Col-apa
				Ephydriidae		Ephy	Pr;Col-apa
				Psychodidae		Psych	Col-apa; Rasp- herb
				Stratiomidae		Strat	Col-apa
				Tipulidae		Tipu	Col-apa
				Syrphidae		Sytrp	Col-apa
				Tabanidae		Taba	Pr

Continuação de tabela 9

Filo	Subfilo	Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécie	Abv	GFT
Arthropoda							
	Crustacea	Copepoda				Cope	Rasp-herb
		Branchiopoda			<i>Cyclestheria hislopi</i>	Cycl	Col-filt
		(Grupo Conchostraca)					
		Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae		Hyal	Frag
				Talitridae		Tali	Frag
			Decapoda	Paleomonidae		Pale	Pr; Col-apa
				Trichodactylidae		Tricho	Pr; Col-apa
Mollusca							
		Gastropoda		Planorbidae		Plan	Rasp-herb
				Ampullariidae		Ampu	Rasp-herb
				Ancylidae		Ancy	Rasp-herb
				Thiaridae		Thia	Rasp-herb
				Succineidae		Succ	Rasp-herb
		Bivalvia		Sphaeriidae		Sphe	Col-filt
Annelida							
		Oligochaeta				Olig	Col-apa
		Hirudinea				Hiru	Pr
Nematoda							
						Nema	Pr

Os grupos funcionais tróficos associados a macrófitas aquáticas nos Lagos Janauacá e Grande de Curuai são estruturados em termos de riqueza pelo predador, seguido por coletor-apanhador, raspador, fragmentador e coletor-filtrador (Fig. 30).

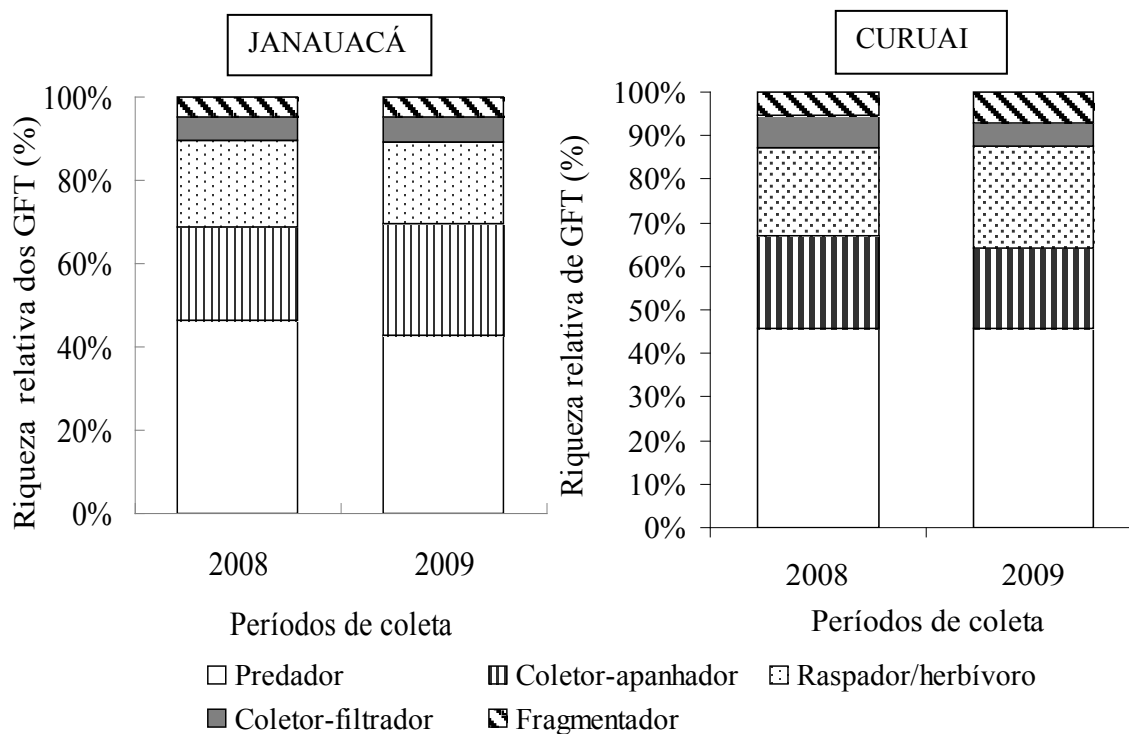


Figura 30- Riqueza relativa dos grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados associados a macrófitas entre 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA).

Em termos de densidade relativa (%), os GFT no lago Janauacá estavam estruturados por coletor-apanhador, seguidos por predadores, raspador/herbívoro, coletor-filtrador e fragmentador nos dois períodos de coleta. No entanto, no lago Grande de Curuai, a representatividade (%) das densidades dos GFT não foram as mesmas entre os períodos de coleta. Os grupos funcionais coletor-filtrador e predador foram mais representativos em 2008 enquanto que raspador-herbívoro e coletor-apanhador tiveram maior representatividade em 2009 (Fig. 31).

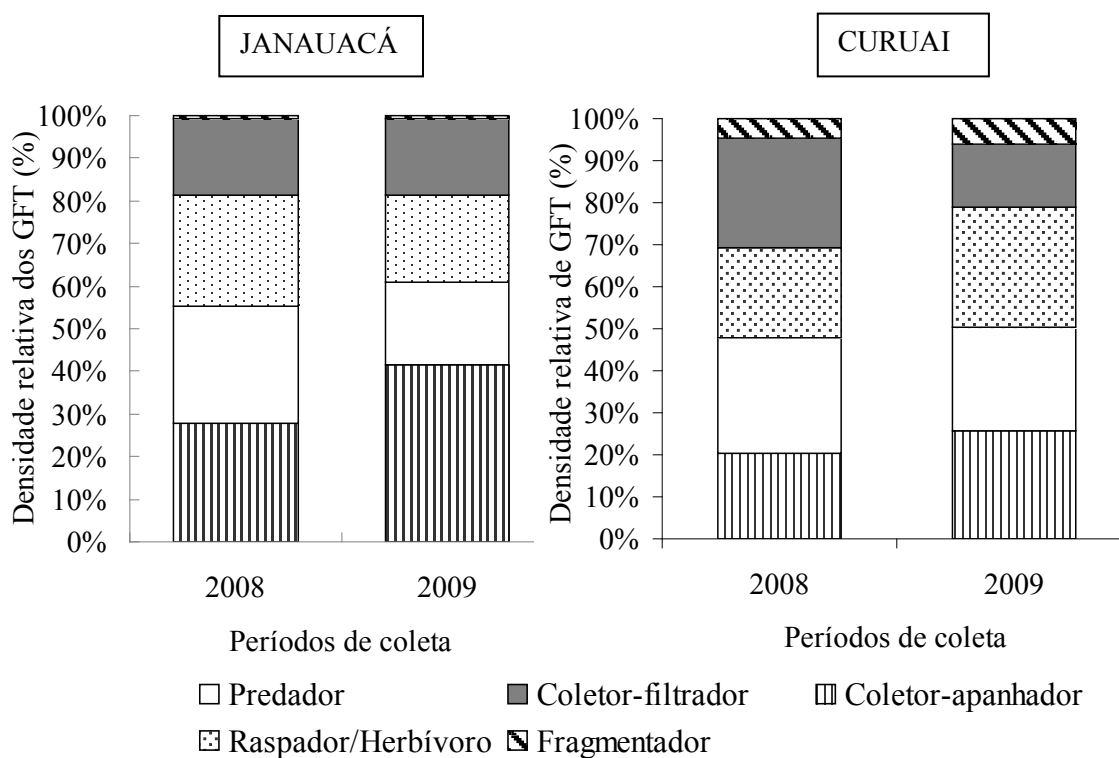


Figura 31 - Densidade relativa dos grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados associados a macrófitas entre 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA).

No período de coleta de maio de 2008 a densidade média dos GFT dos macroinvertebrados foi semelhante entre o lago Janauacá e grande de Curuai. Em termos de riqueza, para o GFT predador e fragmentador os valores foram significativamente menores no lago Janauacá (Tab. 10).

Em 2009, a densidade média dos GFT foi significativamente diferente entre os lagos exceto para o grupo dos coletores-filtradores, sendo os valores maiores no lago Janauacá. Em termos de riqueza, para o GFT coletor -filtrador e raspador/herbívoro os valores foram significativamente menores no lago Janauacá do que no lago Grande de Curuai para o mesmo ano (Tab. 9).

Tabela 11 – Diferença entre os lagos Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA) quanto à densidade e riqueza de grupos funcionais tróficos (GFT) dos macroinvertebrados em 2008 e 2009.

GFT	2008		2009	
	t	p	t	p
Densidade de predador	-1.92	0.060	3.19	0.002
Densidade de coletor-filtrador	-1.76	0.084	0.84	0.401
Densidade de coletor-apanhador	1.07	0.290	4.82	0.000
Densidade de raspador	0.29	0.774	2.49	0.016
Densidade de Fragmentador	-1.09	0.281	2.57	0.013
Riqueza de predador	-4.20	0.000	-1.49	0.140
Riqueza de coletor-filtrador	-0.23	0.817	-2.47	0.016
Riqueza de coletor-apanhador	-1.10	0.277	1.50	0.139
Riqueza de raspador	-1.84	0.070	-3.70	0.000
Riqueza de fragmentador	-3.48	0.001	-0.99	0.327

Nota: valores em negrito significativos a 0,05.

Os grupos funcionais tróficos de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas gramíneas e não gramíneas nos lagos Janauacá e Grande de Curuai são estruturados em termos de riqueza relativa pelo predador, seguido pelos GFT raspador, coletor-apanhador, fragmentador e coletor-filtrador (Fig. 32a e b).

Em termos de densidade relativa dos GTF de macroinvertebrados no lago Janauacá em 2008 e 2009, o GTF coletor-apanhador foi mais representativo nas duas categorias de macrófitas, seguido de predador, raspador/herbívoro, coletor-filtrador e fragmentador. No lago Grande de Curuai a representatividade dos GTF apresentou diferente estruturação entre os períodos de estudo e entre as categorias de macrófitas (Fig. 33 a e b).

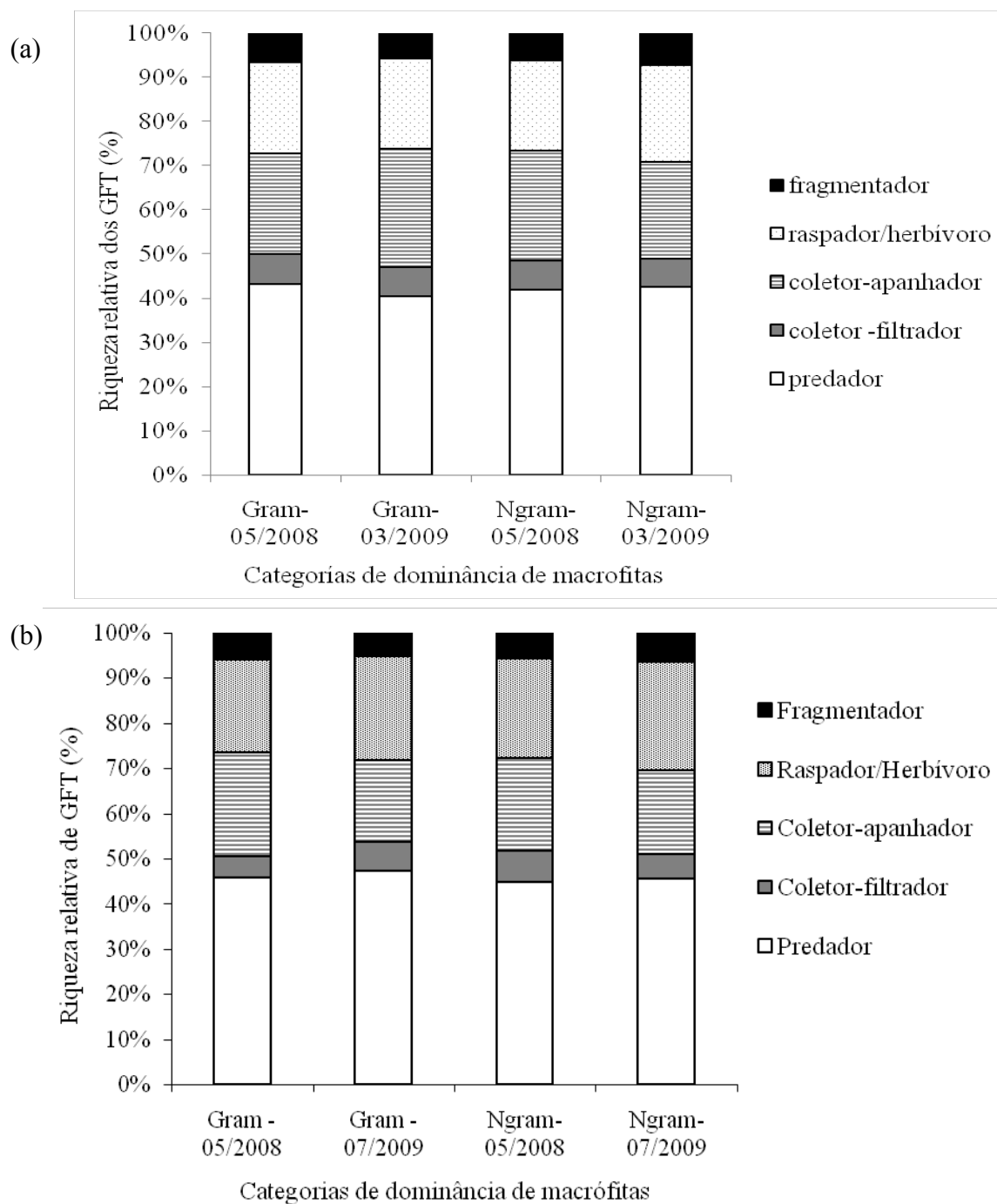


Figura 32 - Riqueza relativa (%) de grupos funcionais tróficos por categoria de macrofitas: gramíneas (Gram) e não gramíneas (Ngram) em 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) (a) e lago Grande de Curuai (PA) (b).

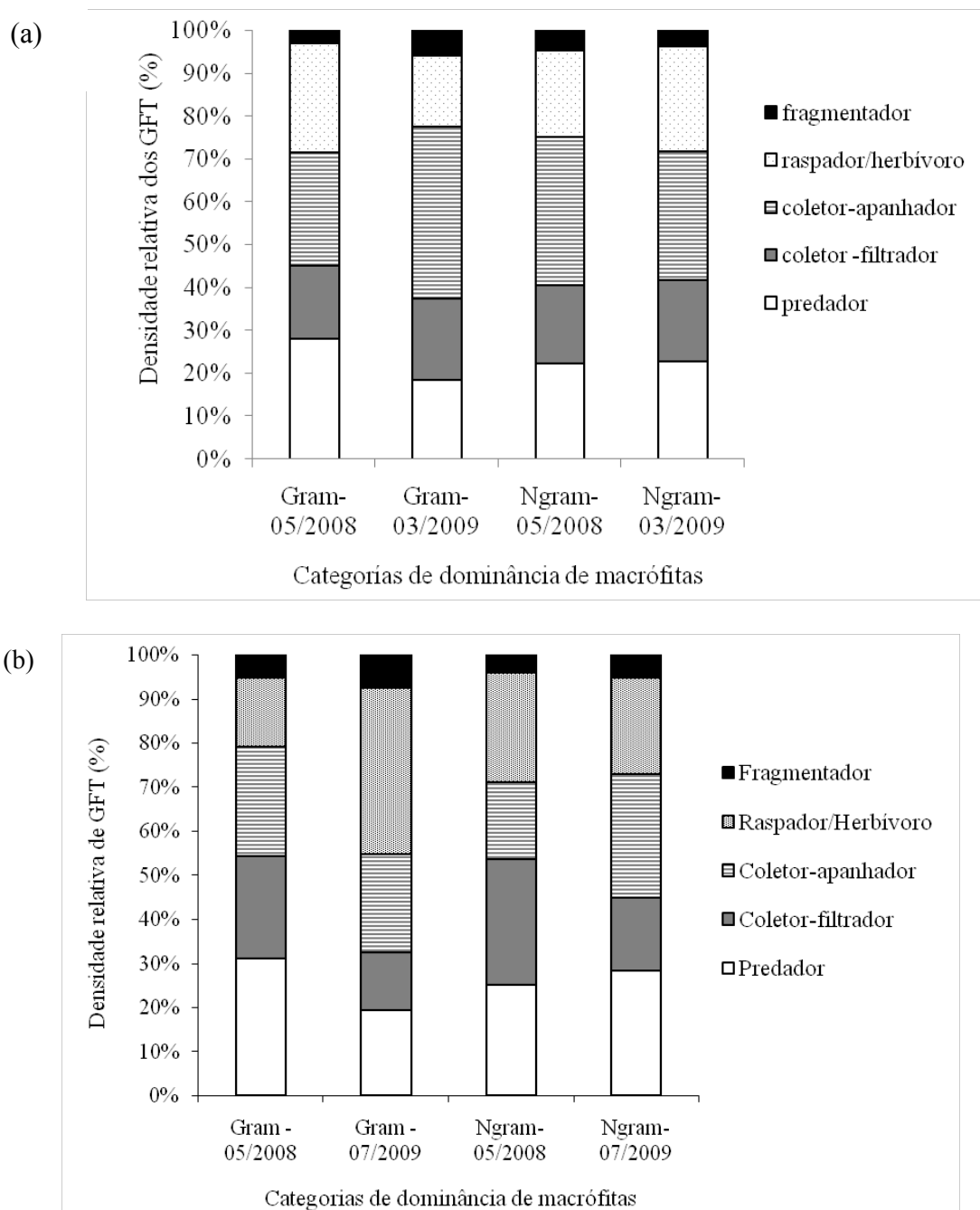


Figura 33 - Densidade relativa (%) de grupos funcionais tróficos por categoria de macrófitas: gramíneas (Gram) e não gramíneas (Ngram) em 2008 e 2009 no lago Janauacá (AM) (a) e lago Grande de Curuai (PA) (b).

6. DISCUSSÃO

6.1. Características físico-químicas da água dos lagos

Uma das principais características destes lagos de várzea é o pH em torno da neutralidade. As medidas de pH realizadas nos lagos Janauacá e na várzea do lago Grande de Curuai atestam o caráter das suas águas. Se o pH é uma das características que diferencia a tipologia dos sistemas aquáticos na bacia Amazônia, temperaturas em torno a $29 \pm 1^\circ\text{C}$, por sua vez, são registradas nas águas durante o ano todo (Sioli, 1984). Na várzea de Curuai e Janauacá a profundidade dos lagos fica em torno dos 10m favorecendo a absorção de grande quantidade de energia solar e resultando em altas temperaturas durante todo o ciclo hidrológico. Assim, os valores obtidos são semelhantes aos encontrados em estudos realizados anteriormente nas áreas de estudo (Barbosa, 2005; Oliveira, 2008; Perez, 2008; Da Silva, 2010).

As baixas concentrações de oxigênio na várzea do lago Grande e no lago Janauacá são compartilhadas por outros lagos de várzea na bacia Amazônica (Junk, 1984). Em sistemas de várzea a depleção de O_2 pode estar relacionada a grandes quantidades de material produzido por plantas terrestres e aquáticas e florestas inundáveis (Furch & Junk, 1997; Melack & Forsberg, 2001).

Diferenças maiores nas concentrações de oxigênio do que os encontrados no presente estudo podem ser obtidos nas camadas superficiais de lagos, dentro dos extensos estandes de macrófitas aquáticas que se desenvolvem na região litorânea. Nesses locais a depleção do oxigênio pode ser mais acentuada e é dependente da estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em termos de sua abundância e composição taxonômica (Furch & Junk, 1997; Melack & Forsberg, 2001).

No período de águas mais altas as diferenças entre a química dos lagos e do rio tendem a desaparecer devido ao aumento na substituição da água do lago pela água do rio Amazonas. Quando os lagos de várzeas alcançam seus maiores níveis de água nos últimos meses do período de cheia tendem a estabilizar a estratificação química na água (Furch & Junk, 1997).

As águas do Rio Amazonas têm influência direta nos lagos mais próximo a ele (Barroux, 2006) no que diz respeito à concentração do material em suspensão e na granulometria dos sedimentos superficiais (Perez, 2008), mas as características mineralógicas da bacia de drenagem associadas às condições climáticas também se refletem na composição química (Stallard & Edmond, 1983) e conseqüentemente na condutividade elétrica da água dos lagos (Oliveira, 2008).

As concentrações de íons dissolvidos na água do Lago Grande de Curuai e do lago Janauacá foram relativamente variáveis entre os pontos amostrais. Do conjunto de íons analisados neste estudo, os cátions Na^+ e Ca^{2+} , e os ânions HCO_3^- e Cl^- , predominaram na maioria dos pontos de amostragem. O Ca^{2+} compõe a maior proporção dos componentes inorgânicos dissolvidos e é o cátion dominante entre a maioria dos cátions nas planícies de inundação ao longo do canal do rio Amazonas com valores entre 4 e 9 mg/l (Furch, 1984). Dentre os ânions, houve predominância de HCO_3^- sobre o SO_4^{2-} e este sobre o Cl^- nos dois lagos .

Diversos autores destacam a importância nas diferenças temporais na composição dos elementos químicos nos rios e nas descargas locais na bacia de drenagem que aparentemente pode produzir flutuações marcadas na química da água dos lagos. Mudanças também ocorrem devido à sedimentação e ressuspensão de partículas, a absorção biológica e a liberação de sedimentos com alguns desses fatores variando sazonalmente em seus efeitos (Stallard & Edmond, 1983; Forsberg *et al.*, 1988).

Diversas pesquisas citadas em Forsberg *et al.* (1988) destacam a absorção de nutrientes durante a fotossíntese, a liberação de nutrientes durante a decomposição, fixação de nitrogênio, desnitrificação, e algumas reações de oxidação-redução como processos que podem alterar o balanço iônico e, assim, alterar a alcalinidade total de um corpo de água. Também a evaporação e precipitação podem afetar diretamente a concentração de alcalinidade, mas, de forma geral, a alcalinidade dos carbonatos se comporta de forma conservadora no rio Amazonas e que as mudanças na sua concentração refletem exatamente a mistura de águas de fontes diferentes.

O carregamento pelas águas que percolam nos solos e reações químicas podem ser fatores relacionados às concentrações de SO_4^{-2} no período de maior volume de água na planície (Oliveira, 2008). Os valores encontrados no presente estudos para o Cl^- são próximos aos encontrados em outros estudos que citam que as concentrações nas águas amazônicas esta entre 1,7 e 3,1 mg Cl/l (Furch, 1984).

Considerando o conjunto dos principais cátions e ânions analisados neste estudo, pode se observar que a composição química e proporção entre íons no Lago Grande de Curuai e Janauacá são muito semelhantes às encontradas por Stallard & Edmond (1983) para lagos de várzea da bacia do rio Amazonas. As concentrações de Na^+ , Mg^{2+} , K^+ se mantiveram praticamente inalteradas entre os pontos amostrais, sugerindo menor interferência do nível de água na dinâmica destes cátions.

Em termos de composição, durante as águas baixas, a planície de inundação e os lagos associados apresentam concentração de sólido muito maior à concentração do Rio Amazonas, devido aos processos de resuspensão. Com a subida do nível de água, a resuspensão se reduz e os sólidos de suspensão que atingem a planície, se depositam, em consequência da redução da velocidade e do atrito causado pela vegetação das margens. Com a maior transparência das

águas ocorre um aumento gradual da produtividade primária do fitoplâncton que culmina no período do início da vazante, quando a água do lago se encontra enriquecida pelos nutrientes trazidos pelo pulso do rio Amazonas (Barbosa, 2005).

Com os dados químicos obtidos no período de estudo podemos afirmar, de modo geral, que a interferência do rio Amazonas é observada na composição química da água no Lago Grande de Curuai. Ambos apresentavam valores semelhantes na suas variáveis físico-químicas. Não entanto, não foi observado a mesma contribuição do rio Solimões na composição química da água do lago Janauacá. A presença de uma extensa rede de igarapés de “águas claras e pretas” provenientes de terra firme pode estar contribuindo para as diferenças encontradas. Estudos na área de Janauacá estão sendo realizados com o fim de verificar estas afirmações (HyBAm, 2010). Para os propósitos do presente estudo, os resultados obtidos na caracterização dos lagos permitem fazer comparações entre as comunidades biológicas, verificando se as diferenças na interferência do rio principal (Solimões- Amazonas) na condição físico-química dos lagos se refletem nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos associados à macrófitas aquáticas que é o assunto do tópico seguinte.

6.2. Macroinvertebrados aquáticos associados a macrófitas

A composição (densidade) de macroinvertebrados foi semelhante entre os períodos de estudo. Quatro filos de macroinvertebrados aquáticos (Arthropoda, Mollusca, Annelida e Nematoda) foram encontrados neste estudo, sendo o grupo Insecta (Arthropoda) o mais representativo em ambos os lagos. De maneira geral, observa-se que alguns grupos se destacaram quanto às abundâncias e frequências de ocorrência, entre os quais, podem-se citar: Chironomidae (Insecta:Diptera) e *C. hislopi*.

O grupo Chironomidae teve abundância numérica superior a de todos os insetos coletados, com alta dominância em quase 90% das macrófitas estudadas e presença significativa na maioria das amostras analisadas. Por serem os principais representantes (numericamente) da categoria de grupo funcional trófico coletor-apanhador, são responsáveis pelo elevado valor relativo do GTF neste estudo. As larvas de Chironomidae, consideradas como r-estrategistas, colonizam diversos tipos de habitats (Ward, 1992), toleram condições ambientais adversas, (Marques *et al.*, 1999) e são conhecidos por ingerir diversos tipos de alimentos (Berg, 1995). Em estudo em lago raso brasileiro, Gonçalves *et al.* (2003) registrou abundâncias de Chironomidae maiores do que 50% do total de indivíduos que colonizam detritos de macrófitas aquáticas.

As larvas de Chironomidae aparentemente não dependem tanto de fatores ambientais como outros invertebrados. Essa família é representada por um grande número de espécies, com ciclo de vida curto; sempre haverá, portanto, alguma espécie adaptada às condições ambientais desfavoráveis (e.g. baixas concentrações de oxigênio dissolvido). Sendo essas larvas tão resistentes, são especialmente favorecidas nas plantas flutuantes onde encontram grande espectro alimentar e abrigo contra predadores (Takeda *et al.*, 2003).

A maior abundância deste grupo foi observada no período de cheia (março de 2009) no lago Janauacá com o dobro de densidade que no ano anterior (maio 2008), o que contribuiu com as diferenças encontradas entre os valores de densidade dos insetos associados à macrofitas neste lago.

A espécie de Crustacea *C. hislopi* apresentam ciclo de vida curto e vivem próximas às macrófitas, onde obtêm alimento e se reproduzem (Yashima & Rocha, 2007). A abundância dessa espécie deve estar relacionada à presença de raízes próximas à superfície da água,

portanto, onde há maior concentração de oxigênio para os microcrustáceos fitófilos, além do que, estes podem utilizar a própria planta como local de abrigo e alimentação.

A idade avançada do sistema planície de inundação do rio Amazonas e o pulso de inundação monomodal previsível resultam em um grande número de espécies endêmicas e muitas adaptações à mudança entre a fase terrestre e aquática. Ainda assim, muitas espécies sofrem perdas populacionais, que são compensadas pelo crescimento rápido, de ciclo precoce e altas taxas de reprodução (estratégia r). Algumas espécies são de vida longa e tem estratégias de sobrevivência complexa, que lhes permite sobreviver com perdas populacionais relativamente baixas (estratégia K) (Junk, 1997; Piedade & Junk, 2000).

A planície de inundação do Amazonas e seus principais tributários oferecem uma grande variedade de superfícies que podem ser colonizadas pelos animais. Além do sedimento, temos as macrófitas herbáceas enraizadas e livres-flutuantes e a floresta das áreas alagáveis, que juntas, cobrem centenares de km² da bacia (Junk & Robertson, 1997). Os diversos estandes de macrófitas aquáticas na Amazônia geralmente formam locais compostos por diferentes tipos de habitats que influenciam a distribuição da fauna aquática e a densidade de acordo com a planta associada e da profundidade onde se encontra o substrato, sejam raízes ou caules (Takeda *et al.*, 2003; Sánchez-Botero *et al.*, 2008).

A riqueza estimada de macroinvertebrados associada à macrófitas no lago Janauacá e no lago Grande de Curuai foi semelhante entre os períodos de estudo e entre as categorias de predominância de macrófita em cada lago. Porém os intervalos de confiança das estimativas indicaram que ainda pode ser encontrado um maior número de táxons se for aumentado o número de amostras.

Quando realizadas as comparações entre lagos, houve diferença na riqueza estimada pelo método de rarefação na coleta de 2009. Embora o número de indivíduos coletados tenha

sido maior no lago Janauacá, a riqueza estimada foi menor em comparação ao lago Grande de Curuai. Da mesma forma quando comparadas as categorias de dominância de macrófitas entre os lagos e entre cada período de estudo, a riqueza estimada de macroinvertebrados foi maior no lago Grande de Curuai do que no lago Janauacá para a categoria “não gramíneas” embora o número de indivíduos tenha sido maior neste último .

A análise de ordenação (NMDS) baseada na composição (densidade) dos táxons de macroinvertebrados para o lago Grande de Curuai indicou uma separação entre os locais que tinham predominância de macrófitas gramíneas dos locais com predominância de não gramíneas. Assim, os estandes de macrófitas aquáticas com predominância de plantas herbáceas não gramíneas parecem apresentar características que traz consigo uma maior riqueza de macroinvertebrados. A maior disponibilidade de micro habitats nestes ambientes pode ser consequência da maior diversidade de herbáceas aquáticas que geralmente se encontram associadas aos bancos de “não gramíneas” (Takeda *et al.*, 2003). As raízes da vegetação flutuante proporcionam certamente abrigo para os macroinvertebrados (Junk & Piedade, 1997) e o perifiton oferece um significativo maior valor nutritivo que a importância da planta mesma (Molina *et al.*, 2010).

Em relação aos grupos funcionais tróficos os predadores ocorreram em altos níveis de riqueza e abundância nos lagos, porém, a riqueza do grupo predador não foi diferente quando analisado segundo o tipo de predominância de macrófita nos lagos e entre os períodos de estudo. A ocorrência dos predadores depende diretamente da ocorrência de outros invertebrados e não da disponibilidade de partículas orgânicas (Vannote *et al.*, 1980). O nível de adaptação morfológica e comportamental dos invertebrados que permite a exploração dos diversos recursos alimentares pode ser obrigatório ou facultativo (Cummins & Klug, 1979). Espécies com dieta alimentar muito restrita são menos tolerantes sob condições de

perturbação do que as espécies que se alimentam de várias fontes vegetais e/ou animais, que conseguem se adaptar mais facilmente a mudanças no tipo e na disponibilidade de recurso alimentar. Os coletores, organismos generalistas, têm maior amplitude de aceitabilidade de recursos alimentares que os especialistas como os fragmentadores que são pouco representados nos trópicos em relação à riqueza de táxons (Cummins & Klug, 1979; Merritt & Cummins, 1996; Cummins *et al.*, 2005).

Os coletores-apanhadores, coletores-filtradores e raspadores variaram com o tipo de macrófita em relação à densidade relativa (%), mas não em relação à riqueza relativa (%) de táxons. A maior riqueza e abundância de raspadores nas plantas era esperado, por apresentarem uma superfície de contato maior que, conseqüentemente, propiciaria a formação de biofilme mais eficiente, permitindo uma maior disponibilidade de alimento para esses organismos (Vannote *et al.*, 1980). A maior abundância e riqueza dos coletores-catadores e coletores-filtradores indica maior quantidade de matéria orgânica no ambiente (Marques *et al.*, 1999).

7. CONCLUSÕES

Os dados físico químicos obtidos nos períodos de estudo permitem afirmar, de modo geral, que a interferência do rio Amazonas é refletida na composição química da água no Lago Janauacá e no Lago Grande de Curuai e que as diferenças encontradas no presente estudo deve-se principalmente às concentrações de íons nas águas dos lagos.

Não se identificaram padrões de variabilidade entre os períodos de cheia para a estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados aquáticos, apesar do estudo ter mostrado que existem variações temporais entre os meses de coleta, o que pode ser indício da existência de outros fatores que possam compensar as perdas ocorridas pelas diferenças pluviométricas

observadas no intervalo do período de cheia. Estudos hidrológicos se fazem necessários para complementar este tipo de análise.

As curvas de rarefação (Mau Tao) baseadas em indivíduos (Colwell, 2009) mostraram que estudos onde se estima a riqueza a partir de curvas baseadas em amostras e depois readequadas a indivíduos é uma técnica útil par avaliar a riqueza de táxons entre locais que apresentam diferentes números de amostras coletadas com o mesmo método de amostragem e esforço e, desta forma, poder discernir e fazer comparações se de fato há maior riqueza de táxons no local ou se esta se deve a um aumento no número de indivíduos coletados com um maior número de amostras.

A informação obtida através do estudo da estimativa de riqueza de táxons da comunidade de macroinvertebrados aquáticos mostrou que os estandes de macrófitas aquáticas com predominância de plantas herbáceas não gramíneas parecem apresentar características e proporcionarem condições específicas que traz consigo uma maior riqueza de macroinvertebrados.

Os resultados da riqueza e densidade de macroinvertebrados sob o ponto de vista dos grupos funcionais tróficos deram maior informação sobre as relações tróficas que podem estar acontecendo nos diferentes estandes de macrófitas dominadas por gramíneas e não gramíneas onde o GFT predador e raspador apresentam as maiores diferenças em termo de representatividade relativa (%).

8. REFERENCIAS

- Albertoni, E.F.; Palma-Silva, C. E. & Esteves, F.A. 2001. Macroinvertebrates associated with Chara in a tropical coastal lagoon (Imboassica lagoon, Rio de Janeiro, Brazil). **Hydrobiologia**, 457:215-224.
- Albertoni, E. F. & Palma- Silva, C.E. 2006. Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas flutuantes em canais urbanos de escoamento pluvial. **Neotropical Biology and Conservation** 1(2):90-100,
- Amorim, M.A. 2006. **Estudo da sedimentação recente na Várzea do Lago Grande do Curuai, Pará, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental). Universidade Federal Fluminense, 150 p.
- Barbosa, C.C.F. 2005. **Sensoriamento remoto da dinâmica da circulação da água do sistema planície de Curuai/Rio Amazonas**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). São José dos Campos, INPE. 255 p.
- Barbour, M.T.; Gerritsen, G.; Snyder, B.D. & Stribling, J. B. 1999. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. EPA 841-B-99-002.
- Barroux, G. A. 2006. **Etude biogéochimique d'un système lacustre de la laine d'inondation amazonienne: Cas de la várzea de Curuaí (Pará, Brésil)**. Tese (Doutorado em Geoquímica de Aguas Continentais). Université de Toulouse III, Toulouse. 304 p.
- Benetti, C.J.; Cueto, R.A.J. & Fiorentin, L.G. 2003. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves para identificação. **Biota Neotropica**, 3(1). Acessado em agosto 2009.

URL:<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?identification-key+BN008>

03012003.

- Berg, M.B. 1995. Larval food and feeding behaviour, p. 136-168. *In*: Armitage, P.D.; Cranston, P.S. & Pinder, L.C.V. (Eds). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. New York, Chapman and Hall, 585p.
- Bonnet, M.P.; Barroux, G.; Martinez, J.M.; Seyler, F.; Moreira-Turcq, P.; Cochonneau, G.; Melack, J.M.; Boaventura, G.; Maurice-Bourgoin, L.; León, J.G.; Roux, E.; Calmant, S.; Kosuth, P.; Guyot, J.L. & Seyler, P. 2008. Floodplain hydrology in an Amazon floodplain lake (Lago Grande de Curuai). **Journal of Hydrology**, 349: 18– 30.
- Braga, B.; Salati, E. & Mattos de Lemos, H. 1999. Sustainable water-resources development of the Amazon basin. *In*: Biswas, A.K.; Cordeiro, N.V.; Braga, B.P. & Tortajada, C. (Eds.) **Management of Latin American river basins: Amazon, Plata and São Francisco**. USA, United Nations University Press, pp. 3-47.
- Braga, R.B. 2008. **Caracterização da fauna de Dytiscidae (Insecta: Coleoptera: Adephaga) da várzea do rio Solimões/Amazonas**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro. UFRJ/MN, Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia).
- Callisto, M. & Esteves, F.A. 1996. Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos amazônicos: Lago Batata (um ecossistema impactado por rejeito de bauxita) e lago Mussurá (Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, 18, 137-147.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 6: 71-82.

- Colwell, R. K. 2009. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates> .
- Colwell, R. K., & Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, Series B ,345:101–118.
- Colwell, R. K.; Mao, C. X. & Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology** 85, 2717-2727.
- Conserva, A. S.; Carvalho, M.P.; Costa, C.R. & Araújo, V. A. 2008. Macrófitas aquáticas. In: Albernaz, A.L.K.M. **Conservação da várzea: identificação e caracterização de regiões biogeográficas**. Manaus: Ibama/ProVárzea. pp. 65-75.
- Couceiro, S. R. M. 2009. **Sedimentos antropogênicos em igarapés da Base de Operações Geólogo Pedro Moura, Coari-AM : efeito sobre macroinvertebrados e degradação de folhas**. Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Programa de pós-graduação em Ecologia. 122p.
- Cummins, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 18: 183-206.
- Cummins, K.W. & Klug. M.J. 1979. Feeding Ecology of stream invertebrates. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 10: 147-172.
- Cummins, K.W.; Merritt, R.W. & Andrade, P.C.N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 40: 69-89.
- Da Silva, J. S. 2010. **Altimetria Espacial Aplicada aos Estudos de Processos Hídricos em Zonas Úmidas da Bacia Amazônica**. Tese (doutorado). Rio de Janeiro, UFRJ/ COPPE / Programa de Engenharia Civil, 279 p.

- Dias, A.S. 2006. **Caracterização da fauna de Hydrophiloidea (Insecta: Coleoptera) da várzea do rio Amazonas**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro. UFRJ/MN, Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia).
- Enrich Prast, A. 2005. Caminhos do nitrogênio em ecossistemas aquáticos continentais. In: Roland, F.; Cesar, D. & Marinho, M. (eds). **Lições de Limnologia**. Editora Rima, São Paulo, pp. 209-227.
- Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Ed. Interciência: Finep. 2^{da} ed. 575 p.
- Forsberg, B.R.; Devol, A.E.; Richey, J.E.; Martinelli, J.L. & Dos Santos, H. 1988. Factors Controlling Nutrient Concentrations in Amazon Floodplain Lakes. **Limnology and Oceanography**, 33(1), pp. 41-56.
- Forsberg, B.R.; Melack, J.M.; Kemenes, A. & Belger, L. 2008. O papel dos ecossistemas aquáticos amazônicos nos ciclos regional e global de carbono. In: **II Simpósio em Ecologia “Ciclo do Carbono em Ambientes Aquáticos Continentais”**, resumos de palestras, Rio de Janeiro, p. 4.
- Furch, K. 1984. Water chemistry of the Amazon basin: the distribution of chemical elements among freshwaters. In: **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system**. Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp.167-199.
- Furch, K. & Junk, W.J. 1997. Physicochemical conditions in floodplains. In: **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system**. Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp. 69- 108.
- Ghirard, A. 2008. Batimetria do Lago Janauacá (AM). In: Bonnet, M.P. **Rapport de la mission CBM3 pro-CARBAMA**. Acessado em 2010. URL: www.orehybam.org/index.php/fre/Documents/Field-campaign-reports/Brazil

- Gonçalves, Jr.J.F.; Esteves, F.A. & Callisto, M. 2003. Chironomids colonization in *Nymphaea ampla* L. detritus during a degradative ecological successional experiment in a Brazilian coastal lagoon. **Acta Limnologica Brasiliensia** 15:21-27.
- Gotelli, N., & R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** 4 , 379-391.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. 2011. Estimating species richness. In: Magurran, A.E. & McGill, B.J. (Eds.) **Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment**. Oxford University Press. pp. 39-54.
- Goulding, M. 1993. Flooded Forest Amazon. **Scientific American**, 268(3): 113-120.
- Heckman, C.W. 1998a. **The Pantanal of Pocone: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland**. Kluwer, Dordrecht.
- Heckman, C.W.1998b. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: V. Aquatic invertebrate communities in the Pantanal Mato Grosso, Brazil. **Int Rev Hydrobiol** 83:31–63.
- Heltsh, J. & Forrester, N.E. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. **Biometrics** 39, 1-11.
- HyBAm, 2010. **Geodynamical, hydrological and biogeochemical control of erosion/alteration and material transport in the Amazon basin: Field campaign reports**. Acessado em 2010. URL:<http://www.ore-hybam.org/index.php/fre/Documents/Field-campaign-reports/Brazil>.
- Inpe, 2010. **Banco de Imágenes da DGI/INPE**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Acessado em 2010. Url: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.
- Irion, G.; Junk, W.J. & Mello, A.S.N.J. 1997. The large central amazonian river floodplains near Manaus: Geological, climatological, hydrological and geomorphological aspects. In:

- The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system.** Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp. 23-46.
- Isaac, V.J.; Da Silva, C.O.; De Azevedo, C.R. & De Mello, R.Q. 2003. **Estudo das atividades pesqueiras no Lago Grande de Curuai.** Manaus: EDUA/ ProVárzea/IBAMA, Documentos Técnicos, n.1, 45 p.
- Junk, W.J. 1983. Aquatic habitats in Amazonia. **The Environmentalist**, v.3(5): 24-34.
- Junk, W.J. 1984. Ecology of the *várzea*, floodplain of Amazonian whitewater rivers. In: Sioli, H. (Ed.). **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** Monographiae Biologicae 56. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, pp. 215-243.
- Junk, W.J. & Howard-Williams, C. 1984. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia. In: Sioli, H. (Ed.). **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** Monographiae Biologicae 56. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, pp. 269- 293.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river- floodplains systems. In: Dodge, D.P. (Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, 106, pp. 110-127.
- Junk, W.J. 1997a. General aspects of floodplain ecology with special reference to amazonian floodplains. In: **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system.** Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp. 3-20.
- Junk, W.J. 1997b. Structure and function of the large central amazonian river floodplains: synthesis and discussion. In: **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system.** Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp. 455-472.

- Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system**. Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp. 147- 185.
- Junk, W. J. & Robertson, B. A. 1997. Aquatic Invertebrates. In: **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system**. Springer, Ecological Studies Series, v.216, pp. 279-298.
- Junk, W. J. & Piedade, M. T. F. 2002. Concepts for the Sustainable Management of Natural Resources of the Middle Amazon Floodplain: a Summary. In: Lieberei, R.; Bianchi, H-K.; Boehm, V. & Reisdorff, C. (Eds.) **Neotropical Ecosystems**, Proceedings of the German-Brazilian Workshop, Hamburg 2000. GKSS-Geesthacht.
- Junk, W. J. & Wantzen, J.M. 2004. The Flood Pulse Concept: New Aspects Approaches and Applications – an Update. In: Welcomme, R.L. & Petr, R. (Eds.) **Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries**, V. 2, Food and Agriculture Organization & Mekong River Commission. RAP Publication 16, pp.117-140.
- Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Parolin,P.; Wittmann, F. & Schöngart, J. 2010. Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management of Central Amazonian Floodplain Forests: A Synthesis. In: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J. & Parolin, P. (Eds.) **Amazonian Floodplain Forests: ecophysiology, ecology, biodiversity and sustainable management**. Springer, Ecological Studies Series,210, pp. 511-540.
- Keddy, P.A. & Fraser, L.H. 2005. Introduction: Big is beautiful. In: Fraser, L.H. & Keddy, P.A. (Eds). **The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation**. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press. pp.:1–10.

- Keddy, P.; Fraser, L.H.; Solomeshch, A.I.; Junk, W.J.; Cambell, D.R.; Arroyo, M.T.K. & Alho, C.J.R. 2009. Wet and wonderful: the world's largest wetlands are conservation priorities. **BioScience**, 59 (1): 39–51.
- Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper and Row Publishers, New York. 654 p.
- Magurran, A. E. 2004. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing. 256 p.
- Magurran, A.E. & Queiroz, H. 2010. Evaluating Tropical Biodiversity: Do We Need a More Refined Approach? **Biotropica** 42(5): 537–539.
- Magurran, A.E. & McGill, B.J. 2011. Challenges and opportunities in the measurement and assessment of biological diversity. In: Magurran, A.E. & McGill, B.J. (Eds.) **Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment**. Oxford University Press. pp. 1-7.
- Marques, M.M.; Barbosa, F.A.R. & Callisto, M. 1999. Distribuição e abundância de Chironomidae (Diptera, Insecta) em uma bacia hidrográfica impactada no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 59: 553-561.
- Maurice-Bourgoin, L.; Bonnet, M.P.; Martinez, J.M.; Kosuth, P; Cochonneau, G.; Moreira-Turcq, P; Guyot, J.L.; Vauchel, P.; Filizola, N. & Seyler, P. 2007. Temporal dynamics of water and sediment exchanges between the Curuai floodplain and the Amazon River, Brazil. **Journal of Hydrology**, 335, 140– 156.
- Melack, J.M. & Forsberg, B.R. 2001. Biogeochemistry of amazon floodplain lakes and associated wetlans In: McClain, M.E.; Victoria, R.L. & Richey, J.E. **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. Oxford University Press. 369 p.
- Melack, J. M.; Novo, E.M.L.M.; Forsberg, B. R.; Piedade, M. T. F. & Maurice, L. 2009. Floodplain ecosystem processes. In: Keller, M.; Bustamante, M.; Gash, J. & Silva, P.D.

- (Eds.) **Amazonia and Global Change**. AGU, Washington, D.C. Geophysical Monograph, 186, pp. 525–541.
- Melack, J.M. & Hess, L.L. 2010. Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. In: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J. & Parolin, P. (Eds.) **Amazonian Floodplain Forests: ecophysiology, ecology, biodiversity and sustainable management**. Springer, Ecological Studies Series, 210, pp. 43-59.
- Melo, A.S.; Pereira, R.A.S.; Santos, A.J.; Shepherd, G.J.; Machado, G.; Medeiros, H.F. & Sawaya, R.J. 2003. Comparing species richness among assemblages using sample units: why not use extrapolation methods to standardize different sample sizes? **Oikos**, 101(2):398-410.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. 1996. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt. Dubuque, Iowa. 758p.
- Milani, V.; Machado, F.A. & Silva, V.C.F. 2010. Fish assemblages associated to aquatic macrophytes in wetland environments of Pantanal de Poconé, State of Mato Grosso, Brazil. **Biota Neotropica**. 10(2): 261-270.
- Molina, C.I.; Gibon, F.M.; Oberdorff, T.; Dominguez, E.; Pinto, J.; Marín, R. & Roulet, M. 2010. Macroinvertebrate food web structure in a floodplain lake of the Bolivian Amazon. **Hydrobiologia**, 663(1): 135-153.
- Molinier, M.; Guyot, J. L.; De Oliveira, E.; Guimarães, V. & Chaves, A. 1994. Hidrologia da Bacia do Rio Amazonas. In: **A Água em Revista**, v. 2, n. 3, pp. 31-36. Rio de Janeiro: CPRM.
- Molinier, M.; Guyot, J. L. & De Oliveira, E. & Guimarães, V. 1996. Les régimes hydrologiques de l'Amazone et de ses affluents. In: Chevallier, P. & Pouyaud, B. Eds.)

- Tropical hidrology: a geoscience and a tool for sustainability.** IAHS Publ. 238, pp. 209-222.
- Moreira-Turcq, P.; Jouanneau, J. M.; Turcq, B.; Seyler, P.; Weber, O. & Guyot, J. L. 2004. Carbon sedimentation at Lago Grande de Curuai, a floodplain lake in the low Amazon region: insights into sedimentation rates. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 214(1-2): 27-40.
- Mormul, R. P.; L. A. Vieira; S. Pressinate; A. Monkolski & Santos, A.M. 2006. Sucessão de invertebrados durante o processo de decomposição de duas plantas aquáticas (*Eichhornia azurea* e *Polygonum ferrugineum*). **Acta Scientiarum Biological Sciences** 28: 109–115.
- Oliveira, A.C.B.; Soares, G.M.M.; Martinelli, L.A. & Zacarias, M.M. 2006. Carbon sources of fish in an Amazonian floodplain lake. **Aquatic Science**, 68: 229-238.
- Oliveira, E.C. 2008. **Variação sazonal na composição isotópica e química da água na Planície de Inundação do Lago Grande de Curuai, (PA)**. Dissertação (PGECOL), Universidade Federal de Juiz de Fora, 80 p.
- Pereira, D.L.V.; Melo, A.L. & Hamada, N. 2007. Chaves de Identificação para Famílias e Gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 1, p. 210-228.
- Pérez, M.A.P. 2008. **Biogeoquímica da Várzea do Lago Grande de Curuai, Rio Amazonas, Pará, Brasil: caracterização, origem, ciclagem e destino do material orgânico e inorgânico**. Universidade Federal Fluminense. Tese (doutorado - Geoquímica Ambiental). 266p.
- Pes, A.M.O.; Hamada, N. & Nessimian, J.L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p. 181-204.

- Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. 2000. Natural Grasslands and Herbaceous plants in the Amazon Floodplain and their Use. In: Junk, W.J.; Ohly, J.J.; Piedade, M.T.F.; Soares, M.G.M. (eds). **The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management**. Backhuys Publishers b.V., Leiden, pp. 269-290.
- Piedade, M.T.F.; Schöngart, J. & Junk, W. J. 2005. O manejo sustentável das áreas alagáveis da Amazônia Central e as comunidades herbáceas aquáticas. **Uakari**, v1. pp. 44- 55.
- Piedade, M. T.F.; Junk, W.J; D'Ângelo, S.A.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Do Nascimento, K.M.B. & Lopes, A. 2010. Aquatic herbaceous plants of the Amazon floodplains: state of the art and research needed. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, 2, p. 165-178.
- Poi de Neiff, A.; Neiff, J.J.; Orfeo, O. & Carignan, R. 1994. Quantitative importance of particulate matter retention by roots of *Eichhornia crassipes* in the Paraná floodplain. **Aquatic Botany**, 47: 213-223.
- Prado, K.L.L.; Freitas, C.E.C. & Soares, M.G.M. 2010. Assembléias de peixes associadas às macrófitas aquáticas em lagos de várzea do baixo rio Solimões. **Biotemas**, 23 (1): 131-142.
- Rai, H. & Hill, G. 1984. Primary production in the Amazonian aquatic ecosystem. In: Sioli, H. (Ed.). **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Monographiae Biologicae 56. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, pp. 311-335.
- Resh, V.H. & Jackson, J.K. 1993. Rapid assessment approaches in benthic macroinvertebrate biomonitoring studies. In: Rosenberg, D. M. & Resh, V.H. (Eds.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman and Hall, New York. pp. 195-233.

- Salles, F.F. 2006. **A ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade.** Tese (Doutorado) Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, Programa de pós-graduação em Entomologia.
- Sánchez-Botero, J.I.; Araujo-Lima, C.A.R.M. & Garcez, D.S. 2008. Efeitos dos tipos de estandes de macrófitas aquáticas e variações do oxigênio dissolvido e da temperatura na distribuição de peixes em lagos da várzea amazônica. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 20: 45-54.
- Silva, T. 2009. **Spatial and temporal variability of macrophyte growth and productivity in the Amazon floodplain.** Tese (Ph.D em Geografia). University of Victoria, Canadá. 146p.
- Silva, T.S.F.; Costa, M.P.F. & Melack, J.M. 2009. Annual Net Primary Production of Macrophytes in the Eastern Amazon Floodplain. **Wetlands**, 29 (2):747-758.
- Sioli, H. 1957. Valores de pH de águas amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**;Geologia, Serie 1, 39 p.
- Sioli, H. 1984a. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of de river courses, and river types. In: Sioli, H. (Ed.): **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** Monographiae Biologicae 56. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, pp. 127-165.
- Sioli, H. 1984b. Former and recent utilizations of Amazonia and their impact on the environment. In: Sioli, H. (ed.): **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** Monographiae Biologicae 56. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, pp. 675-706.

- Stallard, R. F. & Edmond, J. M., 1983. "Geochemistry of the Amazon: 2. The influence of geology and weathering environment on the dissolved load", **Journal of Geophysical Research**, v. 88, (C14), pp: 9671-9688.
- Takeda, A.M.; Souza-Franco, G.M.; Melo, S.M. & Monkolski, A. 2003. Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (Eds.) **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Editora da Universidade Estadual de Maringá, pp: 243-260.
- Thomaz, S.M.; Bini, L.M. & Bozelli, R.L. 2007. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, 579:1–13.
- Tockner, K; Malard, F. & Ward, J.V. 2000. An extension of the flood pulse concept. **Hydrological Processes**, 14, 2861-2883.
- Trevisan, G. V. & Forsberg, B.R. 2007. Relationships among nitrogen and total phosphorus, algal biomass and zooplankton density in the central Amazonia lakes **Hydrobiologia**, 586: 357- 365.
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 2005. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7. ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole. 864 p.
- Trivinho-Strixino, S., Correia, L. C. S. & Sonoda, K. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia.**, 2000, vol.60, no.3, p.527-535.
- Vannote, R. L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R. & Cushing G, C. E. 1980. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 37: 130-137.
- Ward, J.V. 1992. **Aquatic Insect Ecology: 1. Biology and habitat**. John Wiley & Sons, New York, 438p.

- Wittmann, F.; Schöngart, J. & Junk, W. J. 2010. Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of central amazonian floodplain forests. In: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J. & Parolin, P. (eds.) **Amazonian Floodplain Forests: ecophysiology, ecology, biodiversity and sustainable management**. Springer, Ecological Studies Series, v.210, pp. 43-59.
- Yashima, M. N. & Rocha, O. 2007. Estudo do ciclo de vida de *Cyclestheria cf hislopi* (Crustacea, Branchiopoda). **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG 2p.

ANEXOS

Tabela A- Coordenadas geográficas de localização dos pontos de coleta e resultados dos parâmetros físico-químicos, ânions e cátions principais obtidos durante o período de estudo de maio de 2008 e março de 2009 no lago Janauacá (AM).

Lago Janauacá																				
Estação	Latitude	Longitude	Temp °C	Conduct μS/cm	O ₂ D mg/l	pH	Chloro-a ug/l	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NO ₃ mg/L	F mg/L	HCO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	NH ₄ mg/L	Z ⁺	Z	Balance iônico
2008																				
JK101	S3.4005	W60.24722	29,40	53,00	4,66	6,16	5,40	6,06	1,02	2,07	1,03	0,00	0,06	25,71	2,00	1,67	0,00	0,50	0,51	-1,05
JK102	S3.41624	W60.26364	29,08	53,00	5,79	6,87	8,30	6,28	1,04	2,02	0,97	0,00	0,06	26,40	1,93	1,67	0,01	0,51	0,52	-1,11
JK103	S3 23.361	W60 19.117	30,60	55,30	5,60	6,90	9,20	6,89	1,05	2,37	1,13	0,07	0,06	28,75	2,12	2,01	0,01	0,56	0,58	-1,25
JK104	S3 23.798	W60 17.238	29,00	55,10	3,80	6,80	7,60	6,58	1,04	2,11	1,06	0,00	0,06	27,08	1,90	1,77	0,03	0,53	0,54	-0,38
JK105	S3 23.038	W60 17.157	32,00	55,10	5,22	6,90	5,90	6,35	0,98	2,34	0,98	0,11	0,07	26,03	2,01	1,87	0,03	0,52	0,53	-0,20
JK106	S3 21.882	W60 17.991	29,80	54,70	5,01	6,81	5,9*	6,40	1,08	2,16	1,13	0,00	0,06	26,15	1,84	1,75	0,01	0,53	0,52	1,06
JK107	S3 21.825	W60 14.922	29,85	54,00	5,16	6,80	7,30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	....	....	....
JK108	S3 23.685	W60 18.729	30,49	58,00	5,04	6,85	5,50	6,59	1,23	2,17	1,13	0,00	0,00	28,25	1,85	1,73	0,02	0,55	0,55	0,21
n=8																				
média			30,03	54,78	5,04	6,76	7,03	6,45	1,06	2,18	1,06	0,03	0,05	26,91	1,95	1,78	0,01			
DP			0,99	1,59	0,61	0,25	1,47	0,26	0,08	0,13	0,07	0,05	0,02	1,17	0,10	0,12	0,01			
2009																				
JK201	S3.367111	W60.24591	28,19	52,00	2,32	6,61	3,25	6,83	0,98	1,48	0,97	0,60	0,00	23,85	1,83	1,18	<0.1	0,51	0,47	3,99
JK202	S3.35388	W60.27448	28,55	51,00	1,45	6,53	3,00	6,55	0,96	1,48	1,01	0,37	0,00	23,99	0,99	0,64	<0.1	0,50	0,44	6,22
JK203	S3.37801	W60.26965	29,06	54,00	3,66	6,70	4,00	7,54	1,07	1,73	0,98	0,52	0,00	24,93	1,94	1,39	<0.1	0,56	0,50	6,40
JK204	S3.39741	W60.28658	28,94	57,00	5,31	6,89	4,80	7,88	1,17	2,27	1,06	0,38	0,00	24,13	2,15	2,03	<0.1	0,62	0,50	9,95
JK205	S3.36325	W60.29805	29,35	57,00	4,83	6,77	13,37	7,21	1,13	2,21	1,22	0,00	0,00	26,04	1,94	1,79	<0.1	0,58	0,52	5,66
JK206	S3.38554	W60.32875	28,55	60,33	3,17	6,68	11,17	7,91	1,21	2,83	1,10	0,42	0,04	26,93	2,29	2,23	<0.1	0,65	0,56	7,00
JK207	S3.37217	W60.28450	28,87	53,00	3,15	6,65	5,00	7,14	1,08	1,77	1,01	0,49	0,04	24,62	1,85	1,31	<0.1	0,55	0,49	5,71
JK208	S3.38902	W60.31486	28,38	59,00	4,72	6,86	5,73	7,76	1,16	2,66	1,14	0,39	0,00	26,06	2,32	2,05	<0.1	0,63	0,54	7,54
n=8																				
média			28,74	55,42	3,58	6,71	6,29	7,35	1,10	2,06	1,06	0,40	0,01	25,07	1,91	1,58	<0.1			
DP			0,38	3,40	1,33	0,12	3,84	0,50	0,09	0,52	0,08	0,18	0,02	1,14	0,42	0,54	<0.1			

* valor de ponto de coleta mais proximo

... valores não mensurados

Tabela B - Coordenadas geográficas de localização dos pontos de coleta e resultados dos parâmetros físico-químicos, ânions e cátions principais obtidos durante o período de estudo de maio de 2008 e julho de 2009 na Várzea do lago Grande de Curuai (AM).

Lago Grande Curuai (PA)																					
Estação	Latitude	Longitude	Temp °C	Cond µS/cm	O ₂ D mg/l	pH	Clorof-a ug/l	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NO ₃ mg/L	F mg/L	HCO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	NH ₄ mg/L	Z+	Z-	Balance iônico (%)	
2008																					
CK101	S2 03.123	W55 29.132	29,52	55,00	3,64	6,69	4,9	5,73	1,17	2,17	0,95	0,22	0,07	24,14	3,03	1,74	0,00	0,50	0,52	-1,38	
CK102	S2 15.063	W55 27.424	29,01	47,00	4,66	6,7	4,9	6,01	0,99	1,89	0,09	0,00	0,06	23,20	2,62	1,54	0,03	0,47	0,48	-1,70	
CK103	S2 14.970	W55 20.995	29,29	50,00	7,05	6,55	4,4	5,70	1,15	2,11	0,97	0,17	0,06	25,05	2,95	1,65	0,00	0,50	0,52	-2,80	
CK104	S2 12.148	W55 13.047	30,42	55,00	7,07	6,91	7,2	5,60	1,18	1,99	0,89	0,00	0,07	25,33	3,04	1,73	0,01	0,49	0,53	-4,45	
CK105	S2 14.816	W55 04.260	29,7	47,00	6,06	6,95	7,2*	5,06	0,97	1,94	0,90	0,00	0,06	23,20	2,53	1,49	0,02	0,44	0,48	-4,24	
CK106	S2 07.046	W55 28.044	30,1	52,00	4,89	6,82	5,9	5,70	1,22	2,18	0,99	0,00	0,07	25,13	3,05	1,72	0,00	0,50	0,53	-2,19	
CK107	S2 07.018	W55 38.018	28,9	52,00	4,84	6,79	6,1	5,35	1,13	2,10	0,96	0,25	0,07	24,33	2,87	1,59	0,00	0,48	0,51	-3,50	
CK108	S2 08.050	W55 42.050	28,3	52,00	4,15	6,66	5,2	5,30	1,17	2,09	0,98	0,14	0,06	24,73	2,84	1,69	0,01	0,48	0,52	-4,08	
CK109	S2 11.060	W55 48.136	30,9	43,00	5,61	6,77	5,8	5,70	1,03	1,91	0,89	0,00	0,05	22,75	2,55	1,53	0,01	0,47	0,47	0,31	
N=9																					
Média			29,57	50,33	5,33	6,76	5,55	5,57	1,11	2,04	0,85	0,09	0,06	24,20	2,83	1,63	0,01				
DP			0,81	4,00	1,21	0,13	0,89	0,29	0,09	0,11	0,29	0,11	0,01	0,95	0,21	0,10	0,01				
2009																					
CK201	S2 03.048	W55 28.897	29,63	48,00	3,90	6,20	1,25	5,31	0,84	1,43	0,73	0,30	0,03	.....	1,54	1,14	0,02			
CK202	S2 06.918	W55 28.234	29,89	47,00	3,64	6,25	0,97	5,66	0,98	1,65	0,85	0,23	0,03	.....	1,80	1,26	0,02			
CK203	S2 15.424	W55 25.268	29,46	46,00	6,08	6,56	0,62	4,73	0,78	1,33	0,71	0,31	0,03	.....	1,37	1,10	0,03			
CK204	S2 15.683	W55 37.219	30,41	40,00	4,19	6,25	3,87	4,55	0,85	1,37	0,78	0,00	0,03	.....	1,45	1,08	0,02			
CK205	S2 11.441	W55 37.116	31,27	46,00	5,72	6,56	3,38	5,43	0,95	1,78	0,98	0,29	0,04	.....	1,71	1,45	0,01			
CK206	S2 09.703	W55 33.048	29,53	44,00	5,32	6,59	2,09	5,45	0,94	1,60	0,83	0,34	0,03	.....	1,72	1,24	0,02			
CK207	S2 15.877	W55 27.776	29,70	43,00	4,90	6,49	2,10	1,63	0,25	0,48	0,28	0,00	0,03	.....	0,41	0,52	0,01			
CK208	S2 15.133	W55 21.465	29,18	46,00	6,17	6,71	2,35	5,41	0,94	1,61	0,84	0,33	0,03	.....	1,74	1,25	0,01			
CK209	S2 12.222	W55 13.726	29,32	46,00	6,27	6,78	2,49	5,45	0,94	1,61	0,86	0,23	0,03	.....	1,70	1,27	0,02			
N=9																					
Média			29,8	45,11	5,13	6,49	2,12	4,85	0,83	1,43	0,76	0,23	0,03			1,49	1,15	0,02			
DP			0,65	2,42	1,02	0,21	1,07	1,26	0,23	0,38	0,20	0,13	0,00			0,43	0,26	0,01			

* valor de ponto de coleta mais proximo

... valores não mensurados

Tabela C - Coordenadas geográficas de localização dos pontos de coleta e resultados dos parâmetros físico-químicos, ânions e cátions principais obtidos durante o período de estudo de maio de 2008 no rio Solimões (AM) e rio Amazonas (AM e PA)

RIO SOLIMÕES E RIO AMAZONAS																						
Ponto amostral	Rios	Latitude	Longitude	Temp °C	Conduct µS/cm	O ₂ D mg/l	pH	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NO ₃ mg/L	F mg/L	HCO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	NH ₄ mg/L	Z ⁺	Z ⁻	Balance iônico(%)		
1	Solimões	S 3 18.296	W 60 10.452	27,4	87	3,45	6,75	11,58	1,50	4,39	1,11	0,49	0,07	41,3	3,58	3,88	0,13	0,92	0,87	2,72		
2	Solimões	S3 19.612	W60 33.138	27,6	80	3,14	6,87	9,89	1,32	3,62	1,09	0,48	0,08	38,4	3,28	4,03	0,03	0,79	0,82	-2,24		
3	Amazonas	S3 09.504	W59 21.148	28,36	44	3,55	6,58	5,61	0,75	2,08	0,70	0,31	0,05	22,8	1,82	2,00	0,01	0,45	0,48	-2,76		
4	Amazonas	S3 18.095	W58 54.620	27,7	64	3,15	6,77	8,22	1,04	2,83	0,91	0,11	0,07	32,8	2,67	2,76	0,02	0,64	0,68	-2,68		
5	Amazonas	S3 09.288	W58 29.640	27,8	57	3,41	6,68	6,50	1,31	2,47	1,08	0,34	0,07	28,1	3,71	2,09	0,02	0,57	0,61	-3,25		
6	Amazonas	S2 48.791	W57 54.641	28,3	57	3,15	6,64	6,40	1,26	2,41	1,05	0,47	0,08	27,1	3,60	1,95	0,00	0,56	0,59	-2,75		
7	Amazonas	S2 24.914	W57 23.079	28,1	55	4,26	6,67	6,50	1,25	2,39	1,02	0,33	0,07	26,8	3,46	1,99	0,00	0,56	0,58	-1,78		
8	Amazonas	S2 33.039	W56 58.707	28	54	3,15	6,7	6,75	1,35	2,38	1,02	0,40	0,08	26,6	3,39	1,99	0,01	0,58	0,57	0,32		
9	Amazonas	S2 23.811	W56 25.618	28,2	53	3,06	6,61	6,04	1,27	2,15	1,26	0,40	0,07	24,7	3,12	1,75	0,00	0,53	0,53	0,26		
10	Amazonas	S2 11.105	W56 11.643	28,4	52	3,07	6,65	6,12	1,25	2,14	0,95	0,32	0,07	24,9	3,12	1,77	0,00	0,53	0,53	-0,47		
11	Amazonas	S2 00.419	W55 53.023	28,7	57	3,1	6,75	6,52	1,28	2,31	0,98	0,43	0,07	26,8	3,26	1,91	0,00	0,56	0,57	-1,36		
12	Amazonas	S1 54.819	W55 33.167	28	53	3,39	6,7	5,77	1,15	2,17	0,96	0,37	0,07	25,1	3,10	1,80	0,00	0,50	0,54	-3,29		
13	Amazonas	S2 21.680	W54 43.357	28,6	52	4,18	6,87	5,74	1,17	2,26	0,98	0,35	0,07	23,8	3,06	2,10	0,01	0,51	0,52	-1,66		

Tabela D - Categoria de dominância de macrófitas no lago Janauacá (AM), em cada ponto amostral

Pontos amostrais	Tipo de macrófita dominante	Categoria
MJ2	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ5	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ6	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ8	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ9	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ10	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ14	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ17	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ18	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ19	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ20	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ28	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ29	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ30	"Capim alto"	"Gramínea"
MJ16	"Capim fino baixo"	"Gramínea"
MJ23	"Capim fino baixo"	"Gramínea"
MJ24	"Capim fino baixo"	"Gramínea"
MJ26	"Capim fino baixo"	"Gramínea"
MJ27	"Capim fino baixo"	"Gramínea"
MJ1	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ4	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ7	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ11	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ12	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ15	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ21	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ22	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ3	<i>Neptunia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ13	<i>Neptunia</i> sp.	"Não gramíneas"
MJ25	<i>Neptunia</i> sp.	"Não gramíneas"

TABELA E - Categoria de dominância de macrófitas no lago Grande de Curuai (PA), em cada ponto amostral

Pontos amostrais	Tipo de macrófita dominante	Categoria
MC1	"capim alto"	"Gramínea"
MC2	"capim alto"	"Gramínea"
MC7	"capim alto"	"Gramínea"
MC8	"capim alto"	"Gramínea"
MC10	"capim alto"	"Gramínea"
MC11	"capim alto"	"Gramínea"
MC12	"capim alto"	"Gramínea"
MC13	"capim alto"	"Gramínea"
MC14	"capim alto"	"Gramínea"
MC17	"capim alto"	"Gramínea"
MC18	"capim alto"	"Gramínea"
MC31	"capim alto"	"Gramínea"
MC32	"capim alto"	"Gramínea"
MC5	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC9	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC15	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC16	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC19	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC21	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC24	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC25	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC29	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC30	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC33	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC3	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC6	<i>Eichhornia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC4	<i>Neptunia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC20	<i>Neptunia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC22	Nymphaeaceae, <i>Ludwigia</i>	"Não gramíneas"
MC23	Nymphaeaceae, <i>Ludwigia</i>	"Não gramíneas"
MC26	<i>Neptunia</i> sp.	"Não gramíneas"
MC27	Nymphaeaceae, <i>Ludwigia</i>	"Não gramíneas"
MC28	Nymphaeaceae, <i>Ludwigia</i>	"Não gramíneas"