



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

FRANCIELI DE FÁTIMA BOMFIM

**Influência da disponibilidade de alimento sobre o tamanho corpóreo e
abundância de rotíferos e cladóceros em áreas alagáveis subtropicais**

Maringá
2016

FRANCIELI DE FÁTIMA BOMFIM

Influência da disponibilidade de alimento sobre o tamanho corpóreo e abundância de rotíferos e cladóceros em áreas alagáveis subtropicais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.
Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha
Coorientadora: Dr^a. Cláudia Costa Bonecker

Maringá
2016

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

B695i

Bomfim, Francieli de Fátima, 1990-
Influência da disponibilidade de alimento sobre o tamanho corpóreo e abundância de rotíferos e cladóceros em áreas alagáveis subtropicais / Francieli de Fátima Bomfim. -- Maringá, 2016.
37 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2016.
Orientador: Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha.
Coorientadora: Dr.^a Cláudia Costa Bonecker.

1. Zooplâncton de água doce - Comunidades, Ecologia de - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Rotíferos - Tamanho corpóreo - Recurso alimentar - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 3. Cladóceros - Tamanho corpóreo - Recurso alimentar - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 4. Protozoários ciliados - Recurso alimentar - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 5. Clorofila-a - Recurso alimentar - Planície de inundação - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 23. ed. -592.178209816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

FRANCIELI DE FÁTIMA BOMFIM

Influência da disponibilidade de alimento sobre o tamanho corpóreo e abundância de rotíferos e cladóceros em áreas alagáveis subtropicais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof.^a Dr.^a Paulina Maia Barbosa
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Dr. Luiz Felipe Machado Velho
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2016.

Local de defesa: Auditório do Bloco H-90, Nupélia, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho a minha mãe Antonia, e principalmente ao meu pai Flori (*in memoriam*), que certamente está muito orgulhoso pela minha conquista onde quer que esteja.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre caminhar comigo me mostrando o melhor caminho, e por me dar oportunidades que me fizeram crescer.

À minha mãe, pelo amor, carinho, e por sempre me incentivar na busca pelo conhecimento e capacitação profissional. É por ela que tenho forças para lutar minhas batalhas.

Ao meu irmão Adair e minhas irmãs Stefani e Daiana, por estarem ao meu lado, me apoiando e ajudando em tudo que podem, mostrando o verdadeiro valor da palavra família, e a Suzana que mesmo longe torce por mim.

A todos meus outros familiares, tios, primos, sobrinhos que participaram da minha caminhada, em especial ao meu tio/padrinho Neri que me amparou várias vezes.

Ao meu orientador Fábio, por me acolher sem me conhecer, por todo o carinho, dedicação, discussões, suporte e apoio ao longo desses dois anos e principalmente por acreditar em mim.

À Claudinha, que também me acolheu muito bem antes mesmo de ser minha coorientadora formalmente, sempre muito aberta a discussões, sempre disposta a me ajudar, obrigada pela dedicação, carinho, por sempre me incentivar e acreditar no meu potencial.

À Fran Buzzo, a Fabi, Clarice e Ari por me ensinarem a identificar os grupos que trabalhei, o trabalho tem começo com isso e só foi para frente porque vocês me ajudaram.

Aos amigos que fiz no laboratório, Thaís, Rodrigo, Ju, Weliton, Diogo, Tati, Tássia, Lou, Leili, Just Bia, Bia, Fe, Vanessa, Lenin, Fran, Fabi, Clarice, Ari, pelas discussões, ensinamentos, risadas, por tornar os dias de trabalho mais leves, e por aturarem meus desabafos de medo e insegurança.

À Ana e Ragna, pela amizade, por estarem comigo nesses dois anos, nas alegrias, lazer e diversões, mas principalmente nas horas de choro, de medo, de incerteza e insegurança, e olha que não foram poucos... vocês são muito importante.

À Leili, pelo incentivo de sempre, por me fazer acreditar em mim, por me ajudar em tudo, você é ótima.

À Lou, por me amparar, tirar minhas dúvidas me ajudar a ser melhor, por me ouvir e por estar sempre disposta a ajudar.

Ao Diogo, Tássia e Re pelos brindes no bar e principalmente por todas as risadas, vocês fizeram meus dias melhores.

Aos meus colegas de turma do mestrado, por fazerem esta caminhada mais leve com os dias de bar, churrascos tocando Kelly Key e Wesley Safadão, kkkkkk.. e pelo suporte.

À todas as pessoas que fazem parte do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), por terem tornado a realização deste trabalho possível.

Aos professores da Pós-Graduação, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao CNPq/ Capes, pela concessão da bolsa e financiamento do projeto de pesquisa.

À Paulina Maia Barbosa e Luís Felipe Machado Velho (banca), pelas sugestões e contribuições.

E por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração desta dissertação.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

(Isaac Newton)

Influência da disponibilidade de alimento sobre o tamanho corpóreo e abundância de rotíferos e cladóceros em áreas alagáveis subtropicais

RESUMO

As comunidades aquáticas são influenciadas pela disponibilidade de alimento, modificando suas estruturas, o que reflete nas interações entre os organismos e, por conseguinte, nas relações bioenergéticas das cadeias alimentares. Tivemos por objetivo analisar se a variação da biomassa fitoplanctônica e abundância de protozoários ciliados alteram a distribuição de tamanho corpóreo de rotíferos e cladóceros e suas abundâncias dentro das diferentes classes de tamanho que estruturam essas comunidades. Tendo como hipótese que, ambientes onde ocorre maior disponibilidade de alimento haverá maior abundância e predominância de organismos de menor tamanho; o oposto é esperado para ambientes com menor disponibilidade de recursos, onde terá menor abundância e predominância de organismos de maior tamanho. Foram observadas relações positivas significativas entre as classes de tamanho pequeno de rotíferos, e classe de tamanho pequeno e médio de cladóceros e a concentração de clorofila-*a* e abundância de ciliados. As classes de menor tamanho de ambos os grupos dominaram os ambientes com maior disponibilidade de recurso, enquanto que as classes de maior tamanho de cladóceros dominaram ambientes com menor disponibilidade de recurso, sugerindo uma vantagem competitiva dos cladóceros grandes sobre os demais rotíferos e cladóceros quando o recurso é escasso.

Palavras-chave: Zooplâncton. Recurso alimentar. Abundância. Tamanho do corpo. Competição.

Food availability influence on the body size and abundance of rotifers and cladocerans in subtropical wetlands

ABSTRACT

Aquatic communities are influenced by food availability, changing its structuring, reflecting the interactions between organisms and, therefore, the bioenergetics relationships in the food chain. We had to analyze the change of phytoplankton biomass and abundance of ciliated protozoa alters the body size distribution of rotifers and cladocerans and their abundances in the different size classes structuring these communities. The hypothesis that environments where there is greater availability of food will be more abundant and predominance of smaller organizations; the opposite is expected for environments with lower availability of resources, which will lower abundance and dominance of larger organisms. Significant positive relationships were observed between the classes of small size of rotifers and small and mid-size class cladocerans and the concentration of chlorophyll-a and abundance of ciliates. Lower classes size of both groups dominated environments with higher resource availability, while the classes of greater Cladocera size dominated environments with lower resource availability, suggesting competitive advantage of large cladocerans on other rotifers and cladocerans when is scarce.

Keywords: Zooplankton. Food source. Abundance. Body size. Competition.

Dissertação elaborada e formatada
conforme as normas da publicação
científica *Hydrobiologia*.
Disponível em:
<[http://www.springer.com/life+sci
escie/ecology/journal/10750](http://www.springer.com/life+science/ecology/journal/10750)>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1 ÁREA DE ESTUDO	12
2.2 AMOSTRAGEM EM CAMPO E ANÁLISES LABORATORIAIS.....	13
2.3 ANÁLISE DOS DADOS	15
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	16
3 RESULTADOS	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE E DISPONIBILIDADE DE RECURSO....	16
3.2 ESTRUTURAÇÃO DE ROTÍFEROS E CLADÓCEROS POR CLASSE DE TAMANHO	18
3.3 ESTRUTURA DE TAMANHO CORPÓREO DOS ORGANISMOS E SUA RELAÇÃO COM A DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO	20
4 DISCUSSÃO	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICE A - Inventário das espécies nos ambientes estudados da planície de inundação do alto rio Paraná e subsistemas próximos, com os valores de variação do tamanho do corpo de cada espécie (TC) (valores mínimos e máximos).....	33
APÊNDICE B - Ordena�o dos ambientes com as variáveis: abundância dos rotíferos e cladóceros totais (AT), riqueza de espécies (S), abundância de ciliados (AC) e concentra�o de clorofila- <i>a</i> (Cl- <i>a</i>).....	37

1 INTRODUÇÃO

A importância do tamanho do corpo dos organismos zooplancctônicos é atribuída a sua relação com a bioenergética das cadeias alimentares nos ecossistemas aquáticos (Havens et al., 2015; Sorf et al., 2015), refletindo em sua contribuição na transferência de energia para outros níveis tróficos (Lampert & Sommer, 1997; Havens, 1998; Chase et al., 2002) e alterando o modo com que o zooplâncton interage com seus recursos (Auer et al., 2004). A estrutura de tamanho corpóreo reflete, ainda, atributos fisiológicos, como as taxas de crescimento individual, a reprodução e o uso e a alocação de energia, intervindo na abundância de indivíduos dentro de uma população (Peters, 1983; Havens, 1998).

O tamanho do corpo influencia e é influenciado por interações ecológicas como competição e predação (Hart & Bychek, 2011; Havens et al., 2015). Em relação à competição, o zooplâncton de maior tamanho tem maiores taxas de pastagem e pode se alimentar de itens alimentares de diversos tamanhos, exercendo maior efeito competitivo sobre o zooplâncton de menor tamanho, que geralmente se alimenta de itens alimentares menores (Carpenter & Kitchell, 1988; Ozkan et al., 2014). Em relação à predação sofrida pelo zooplâncton por vertebrados e invertebrados, peixes planctívoros forrageiam visualmente e tendem a selecionar zooplâncton de grande porte (Brooks & Dodson, 1965; Lazzaro, 1987), enquanto predadores invertebrados se alimentam do pequeno e médio zooplâncton (Pastorok, 1981; Pourriot, 1995; Pinel-Alloul, 1995), ocasionando uma seleção de classes de tamanhos nos organismos zooplancctônicos.

A força das interações dentro das cadeias alimentares também tende a mudar, conforme a dominância de tamanho do corpo dos organismos (Jeppesen et al., 2000; Auer et al., 2004). Rotíferos pequenos normalmente competem por recursos com ciliados e flagelados planctônicos (Putland & Iverson, 2007). Já, cladóceros de maior tamanho e rotíferos predadores exercem grande pressão de predação sobre protozoários flagelados, ciliados e bactérias, podendo controlar a representatividade desses organismos na cadeia microbiana (Auer et al., 2004; Kalinowska, et al., 2015; Segovia et al., 2015). Também, esses cladóceros filtradores maiores têm forte efeito sobre a cadeia de pastagem, reduzindo a comunidade fitoplanctônica (Jeppesen et al., 2000).

A comunidade zooplancctônica é influenciada pelo aumento da disponibilidade de alimento, modificando seus padrões de abundância, distribuição de tamanho corpóreo dos organismos, riqueza e dominância de espécies (Jeppesen et al., 2010; Simões et al., 2013).

Alguns estudos observaram que o espectro de tamanho do corpo dos organismos na comunidade tende a variar juntamente com a disponibilidade de alimento (Havens, 1998; Jeppesen et al., 2010; Sorf et al., 2015). Assim, ambientes onde há maior disponibilidade de recurso tendem a ter zooplâncton de menor tamanho (Havens, 1998) alterando, ainda, a intensidade da predação do zooplâncton sobre seus diferentes itens alimentares (Auer et al., 2004).

Nesses locais onde há maior disponibilidade de recurso alimentar algumas espécies r-estrategistas de pequeno tamanho exploram mais eficientemente os recursos do que outras, e aumentam o esforço reprodutivo, dominando a comunidade (Allan, 1976; Dodson, 1992). Nesse sentido, é esperado maior abundância de organismos, com o predomínio de organismos de menor tamanho, mais especializados, que utilizam melhor o espaço e os recursos alimentares (Brown, 1995).

Levando em conta que a alteração dos atributos tamanho do corpo e abundância de organismos provocam mudanças no tamanho e estruturação das cadeias microbiana e de pastejo, alterando a transferência de energia entre os níveis tróficos, e o caminho que a energia percorre no sistema (Havens et al., 2015; Sorf et al., 2015), tivemos por objetivo analisar se a variação na disponibilidade de alimento (biomassa fitoplanctônica e abundância de protozoários ciliados) altera a distribuição de tamanho corpóreo de rotíferos e cladóceros, assim como, os padrões de abundância de organismos dentro de cada classe de tamanho. Desse modo, hipotetizamos que em ambientes onde ocorre maior disponibilidade de alimento haverá maior abundância e predominância de organismos de menor tamanho. O oposto é esperado para ambientes com menor disponibilidade de recursos, onde terá menor abundância e predominância de organismos de maior tamanho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Esse estudo foi realizado na planície de inundação do alto rio Paraná e subsistemas próximos, que está situada em território brasileiro. O trecho estudado fica entre a jusante da barragem UHE Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera), na cidade de Rosana /SP, e o remanso do reservatório de Itaipu, em Guaíra/PR (Fig.1).

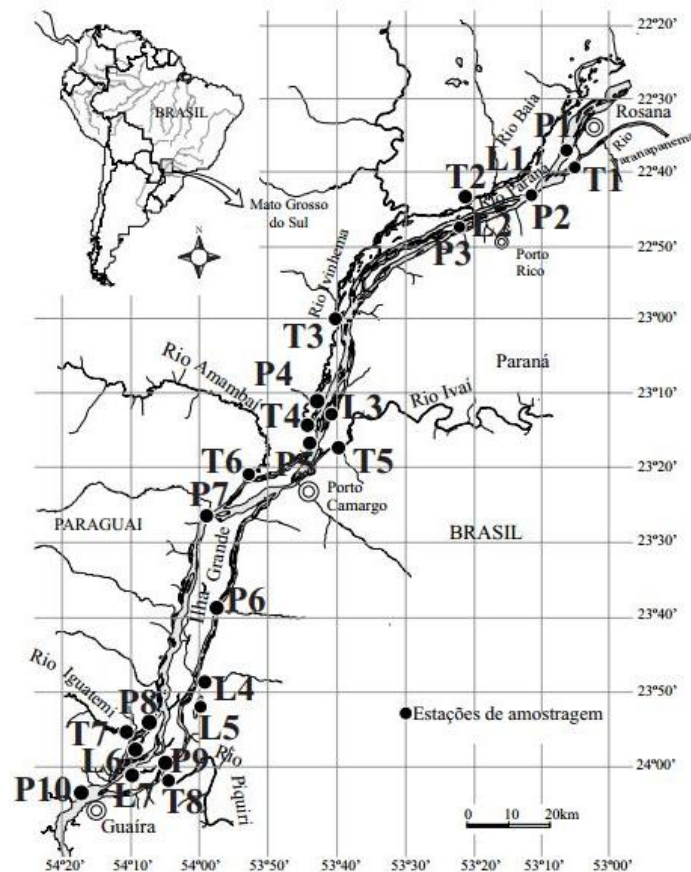


Fig. 1 Área de estudo desde o reservatório de Porto Primavera até o início do reservatório de Itaipu, na cidade de Guaira.

A bacia do rio Paraná sofreu grandes alterações antrópicas, como a construção de 26 reservatórios, restringindo esse ecossistema a um fragmento de 230 km (Agostinho & Zalewski, 1996), entre os dois reservatórios. Essas alterações têm causado a redução das concentrações de nutrientes, devido a sua sedimentação e aprisionamento nas barragens (Roberto et al., 2009) e, conseqüentemente, provocam mudanças na estrutura das comunidades aquáticas, ao longo do tempo e do espaço (Agostinho et al., 2009).

A planície de inundação do alto rio Paraná desempenha um importante papel social e econômico, por meio do turismo e da pesca, que são atividades comuns neste ecossistema (Gubiani et al., 2007). Possui alta biodiversidade, incluindo uma alta diversidade zooplânctônica de amebas testáceas, rotíferos, cladóceros e copépodes (Lansac-Tôha et al. 2009).

2.2 AMOSTRAGENS EM CAMPO E ANÁLISE LABORATORIAL

As amostragens ocorreram no mês de agosto de 2014 caracterizado pelo período de seca nesta planície, em um total de 25 pontos. Foram dez pontos distribuídos ao longo da calha principal do rio Paraná (P1 ao P10), sete tributários, rios Paranapanema, Baía, Ivinheima, Ivinheiminha (segunda “boca” do rio Ivinheima), Ivaí, Amambaí, Iguatemi e Piquiri (T1 a T8, respectivamente), e sete lagoas que ficam às margens desses rios, sendo elas Garças, Xirica, Ivaí, São João, Xambrê, Pavão e Saraiva (L1 a L7, respectivamente). Esse delineamento foi escolhido a fim de abranger uma maior heterogeneidade de ambientes pensando em diferentes graus de disponibilidade de alimento (biomassa fitoplanctônica e abundância de ciliados).

Os organismos foram coletados à sub-superfície das regiões centro e margens direita e esquerda no rio Paraná, e centro nas lagoas e tributários, com auxílio de moto-bomba, sendo filtrados 600 litros de água por amostra em rede de plâncton (68 μm). Ainda, em campo, o material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno, devidamente etiquetados, e fixado com solução de formaldeído (4%), tamponada com carbonato de cálcio. Os ciliados planctônicos foram coletados ao mesmo tempo e nos mesmos pontos também à sub-superfície, sendo filtrados 50L nos rios e 5L nas lagoas em rede de plâncton com abertura de malha de 10 μm . Entre a coleta e as análises, as amostras foram armazenadas em galões com volume de 5L. Posteriormente a amostra foi novamente concentrada (de 5L para 100 mL) com auxílio de rede com malha semelhante à utilizada em campo para análise direta in vivo em laboratório.

Amostras de água foram obtidas para a análise da concentração de clorofila- *a* (estimativa da biomassa fitoplanctônica) concomitantemente à amostragem da comunidade de rotíferos e cladóceros, com auxílio de uma garrafa de Van Dorn (5 litros), a sub-superfície. A concentração de clorofila- *a* foi posteriormente determinada pela filtração de alíquotas de água em filtros de fibra de vidro (Whatman GF/F), com extração dos pigmentos com acetona 90%, com leitura realizada em espectrofotômetro (663 e 775 nanômetros) e as amostras processadas de acordo com a metodologia apresentada por Golterman et al. (1969). Os cálculos foram realizados segundo a fórmula descrita em Wetzel & Likens (1991).

Para a identificação das espécies de rotíferos e cladóceros, foram utilizadas lâminas e lamínulas comuns e microscópio óptico. As espécies foram identificadas de acordo com bibliografia especializada descrita em Lansac-Tôha et al. (2009).

A riqueza de espécies foi determinada sob microscópio óptico até a estabilização da curva de incremento de espécies, ou seja, até que não fosse registrada a ocorrência de mais nenhuma nova espécie na amostra. Para isso, foram utilizadas lâminas e lamínulas comuns e câmara de Sedgwick-Rafter modificada para visualização dos organismos.

A abundância de organismos (rotíferos e cladóceros) foi estimada a partir de 3 sub-amostras obtidas com pipeta tipo Hensen-Stempel (2,5 mL), sendo contados, no mínimo, 50 organismos, em câmaras tipo Sedgwick-Rafter, sob microscópio óptico, seguindo metodologia modificada de Bottrell et al. (1976). Amostras com número reduzido de organismos foram quantificadas na íntegra e os resultados finais expressos em ind.m³. A abundância de ciliados (células / mL) foi realizada *in vivo* no prazo máximo de 6 horas após a amostragem, para evitar perda de células e alterações nas formas e dimensões celulares dos indivíduos decorrentes da fixação, sendo esta contagem realizada em 10 lâminas lisas, cada uma com 100µL de amostra, percorrendo um total de 1ml por amostra, seguindo metodologia adaptada de Madoni (2005), utilizando uma Olympus CX41 microscópio óptico, sob ampliações de × 100 e × 400 (Weisse, 1991).

As análises da estrutura de tamanho corpóreo dos rotíferos e cladóceros foram realizadas a partir da medida de comprimento do corpo. Para os cladóceros, o comprimento do corpo foi estimado a partir da distância entre a extremidade superior da cabeça, sem o elmo, e o fim da carapaça, sem espinhos (Hardy, 1989). Para os rotíferos, foi considerado o maior eixo corpóreo dos organismos analisados, excetuando-se os espinhos. Foram medidos os trinta primeiros organismos de cada espécie em cada amostra, sendo que as espécies que apresentarem número menor que trinta organismos foram medidos na íntegra.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

O tamanho do corpo dos organismos foi categorizado de acordo com os valores mínimo e máximo encontrados para todos os rotíferos e cladóceros nas amostras analisadas (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de tamanho categorizadas conforme dados analisados nas amostras. As categorizações foram realizadas em uma adaptação de Bonecker et al. (2011).

Classes	Rotifera	Cladocera	Classificação
Classe 1	$\geq 100 \mu\text{m}$	$\geq 200 \mu\text{m}$	Pequeno
Classe 2	101-200 μm	201-400 μm	Pequeno
Classe 3	201-300 μm	401-600 μm	Médio
Classe 4	$< 300 \mu\text{m}$	601-800 μm	Grande
Classe 5	-	$< 800 \mu\text{m}$	Grande

A fim de explorar melhor a variação de tamanho zooplactônico nos diferentes ambientes foi realizado o cálculo do coeficiente de variação (SD/X – desvio padrão/ média) (Gotelli & Ellison, 2011) do tamanho do corpo para rotíferos e cladóceros em cada ponto, observando em quais ambientes esses grupos obtiveram maior e menor variação de tamanho corpóreo.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análises de regressão linear simples (Zar, 2009) foram realizadas, separadamente, para verificar se a variação da abundância dos rotíferos e cladóceros, dentro das classes de tamanho do corpo, e o coeficiente de variação do tamanho do corpo, estão associados com disponibilidade de alimento, avaliada a partir da concentração de clorofila- *a* e a abundância de ciliados planctônicos. Os valores de abundância e da concentração de clorofila- *a* foram transformados em log para minimizar a variabilidade dos dados e permitir uma melhor visualização dos resultados. Para todas essas análises foram testados os pressupostos do modelo através da visualização dos resíduos. O nível de significância adotado para as análises foi de $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE E DISPONIBILIDADE DE RECURSO

A comunidade esteve representada por 98 espécies nos pontos amostrados, sendo 68 espécies de rotíferos e 30 espécies de cladóceros. As espécies estiveram distribuídas em 21 famílias, das quais Brachionidae e Lecanidae foram as mais representativas para rotíferos, com 15 e 12 espécies, respectivamente; para os cladóceros, a família mais representativa foi Chydoridae, com 18 espécies, seguida por Daphniidae, com 5 espécies (Apêndice A).

A maior riqueza de espécies foi observada no ponto P5, 38 espécies, seguida pelo P7 com 31 espécies, e a menor foi no T1, 9 espécies. A abundância dos organismos variou

amplamente entre os pontos, sendo que os maiores valores foram encontrados nas lagoas (L4, 623.380,00 ind./m³ e L7, 229.793,00 ind./m³), e os menores nos tributários (T8, 40,07 ind./m³ e T1, 95,19 ind./m³) (Apêndice B).

O tamanho corpóreo de rotíferos variou entre 75µm (*Keratella cochlearis*, *Lecane lunaris*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta oblonga*, *Conochilus unicornis*) e 375µm (Bdelloidea). Para os cladóceros, o menor tamanho do corpo foi de 175µm (*Bosminopsis deitersi*, *Alonella dadayi*) e o maior tamanho do corpo foi de 1.075µm (*Daphnia gessneri*) (Apêndice A).

Em relação à riqueza de espécies dentro das classes de tamanho corpóreo, a classe C2 (101-200µm) de rotíferos apresentou o maior valor com 53 espécies, e a classe C1 (≥100µm) o segundo maior valor, com 25 espécies. Para cladóceros o maior número de espécies foi observado na classe C2 (201-400µm) 18 espécies, seguida pela classe C3 (401-600 µm), com 13 espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza de espécies (S) dentro de cada classe de tamanho de rotíferos e cladóceros.

Classes	S Rotifera	S Cladocera
Classe 1	25	4
Classe 2	53	18
Classe 3	13	13
Classe 4	3	5
Classe 5	-	3

Foi observada ampla variação na concentração de clorofila- *a* entre os pontos amostrados, desde valores não detectáveis pelo espectrofotômetro (considerados como 0,0) em dois tributários, até 57,34 µg/l na lagoa Xirica (L2). A abundância de ciliados planctônicos também apresentou grande variação, de 20 ind./L no rio Paranapanema (T1) a 198.104 ind./L na lagoa Garças (L1) (Fig.2).

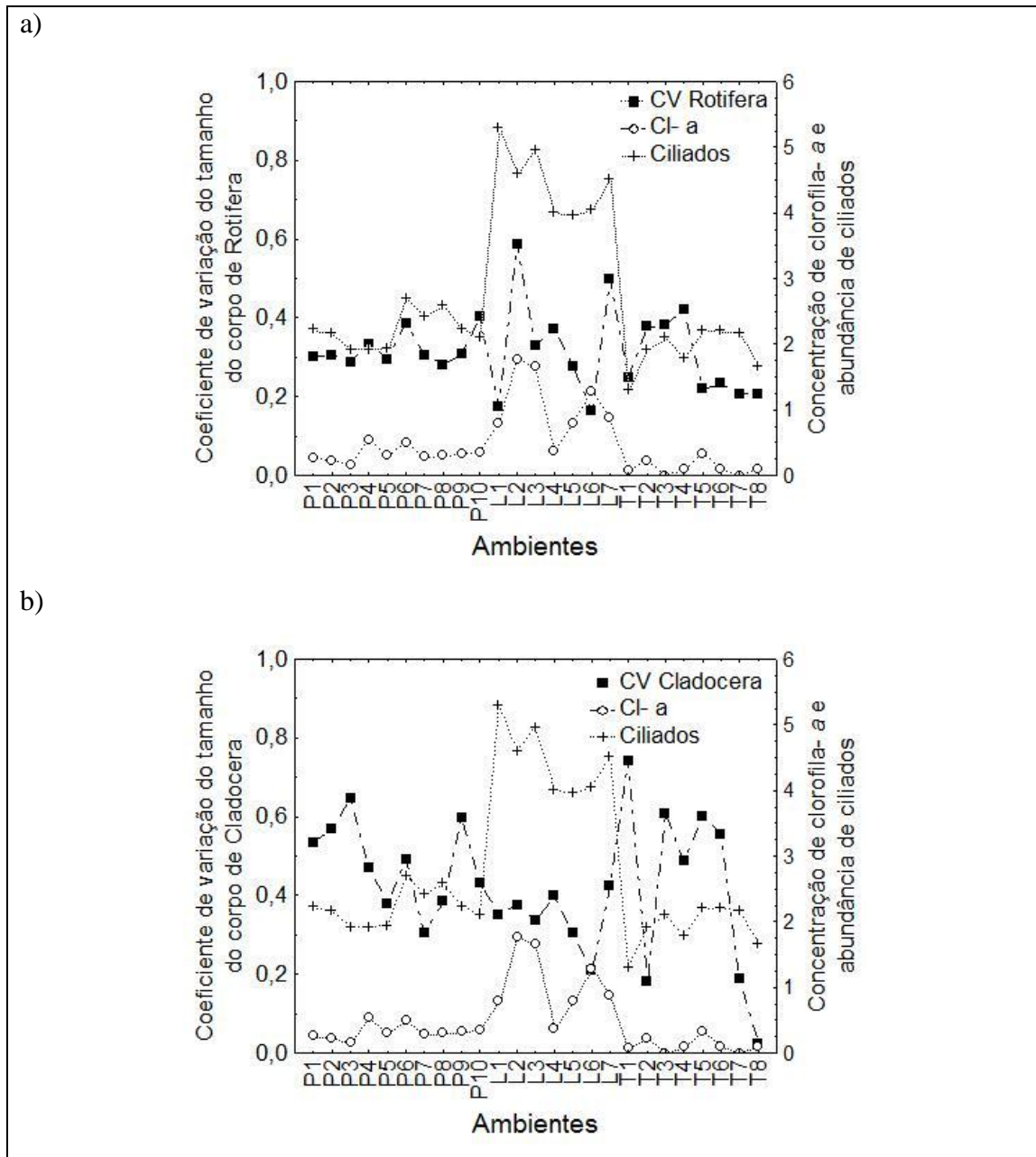


Fig. 2 Representação gráfica dos coeficientes de variação do tamanho do corpo de rotíferos (a) e cladóceros (b) (CV - variando de 0 a1) entre os pontos, juntamente com a variação espacial da concentração de clorofila- *a* (Cl- *a*) e abundância de ciliados (variando de 0 a 6).

3.2 ESTRUTURAÇÃO DOS ROTÍFEROS E CLADÓCEROS POR CLASSE DE TAMANHO

Os rotíferos das classes de menor tamanho, C1 ($\geq 100\mu\text{m}$) e C2 (101-200 μm), dominaram numericamente todos os pontos, sendo que a classe C3 (201-300 μm) foi representativa em alguns pontos, como o P2, P4, L6, T1, T4 e T6; já a classe de maior tamanho C4 ($< 300\mu\text{m}$) mostrou-se representativa apenas no ponto L5 (Fig.3).

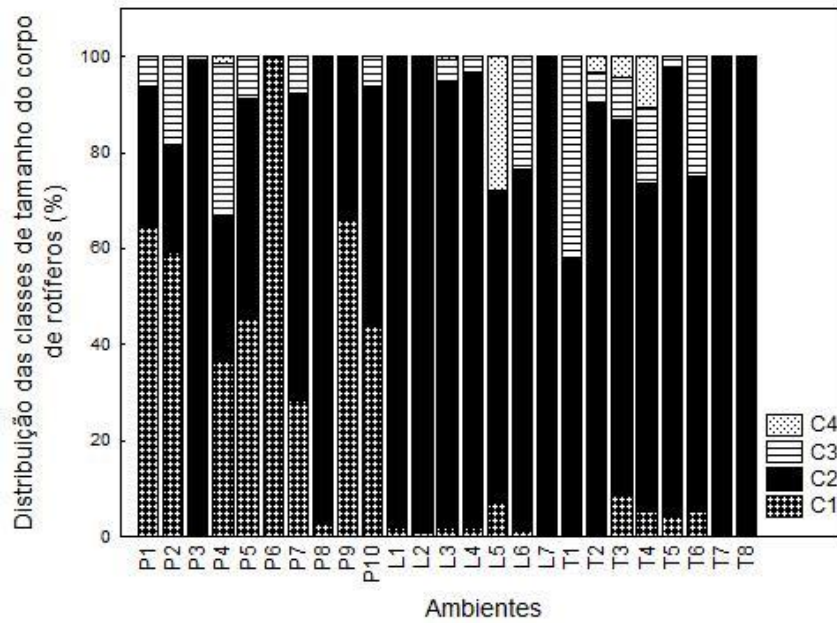


Fig. 3 Distribuição da abundância de organismos dentro das classes de tamanho de rotíferos entre os pontos, sendo C1 $\geq 100\mu\text{m}$, C2 101-200 μm , C3 201-300 μm e C4 $< 300\mu\text{m}$.

Para cladóceros foi possível observar que a classe de tamanho pequeno C2 (201-400 μm) foi dominante na maioria dos pontos, sendo que nas lagoas com alta disponibilidade de alimento (L1, L2, L4, L7) sua representatividade foi maior que 95%. As classes de maior tamanho C4 (601-800 μm) e C5 ($< 800\mu\text{m}$) foram dominantes nos pontos P1, P2, P3 e P9, locais com baixa concentração de clorofila- *a* e menores valores de abundância de ciliados; tiveram ainda, alta representatividade nos pontos P4, P5, L5, T1 e T3, com características semelhantes aos pontos P1, P2, P3 e P9 (Fig.4).

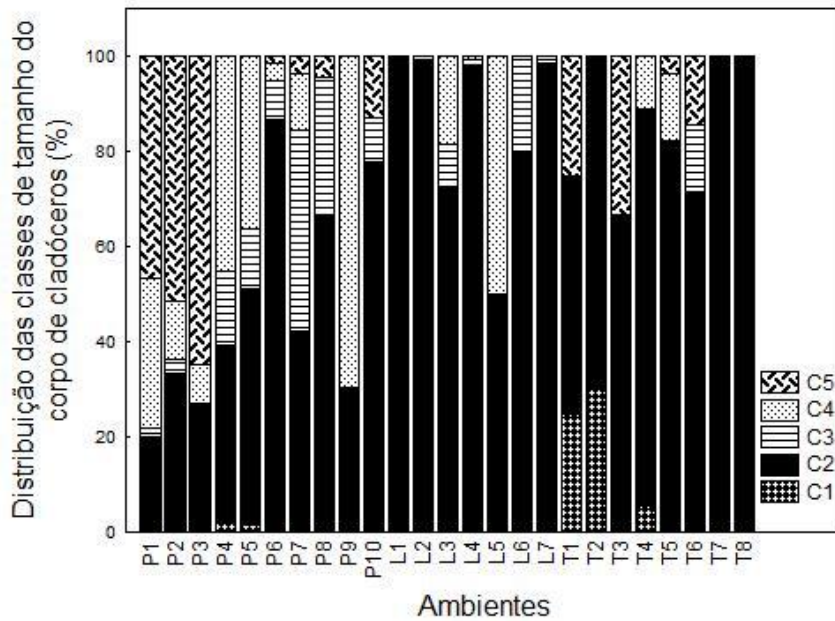


Fig. 4 Distribuição da abundância de organismos dentro das classes de tamanho de cladóceros entre os pontos, sendo C1 $\geq 200\mu\text{m}$, C2 201-400 μm , C3 401-600 μm , C4 601-800 e C5 $< 800\mu\text{m}$.

Os coeficientes de variação (CV) do tamanho do corpo dos rotíferos foram menores, sendo o maior CV (0,59) registrado no ponto L2, local com maior disponibilidade de recurso, os tamanhos variaram entre 100 e 375 μm , e o menor (0,16) no L6, com os tamanhos variando entre 95,8 e 158,3 μm . O maior CV do tamanho do corpo de cladóceros (0,74) foi observado no T1, onde os valores de tamanho estiveram entre 200 e 875 μm , e o menor (0,02) no T8, com tamanhos corporais entre 362,5 μm e 375 μm (Fig.2).

3.3 ESTRUTURA DE TAMANHO CORPÓREO DOS ORGANISMOS E SUA RELAÇÃO COM A DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO

Através da análise de regressão foi possível observar para rotíferos relação positiva e significativa entre as classes de tamanho pequeno C1 e a concentração de clorofila- *a* ($R^2=0,16$ e $p=0,047$) e entre a abundância de ciliados ($R^2=0,15$ e $p=0,047$), e da classe C2 e clorofila- *a* e abundância dos ciliados ($R^2=0,35$ $p=0,001$ e $R^2=0,66$ $p<0,001$, respectivamente) (Fig.5).

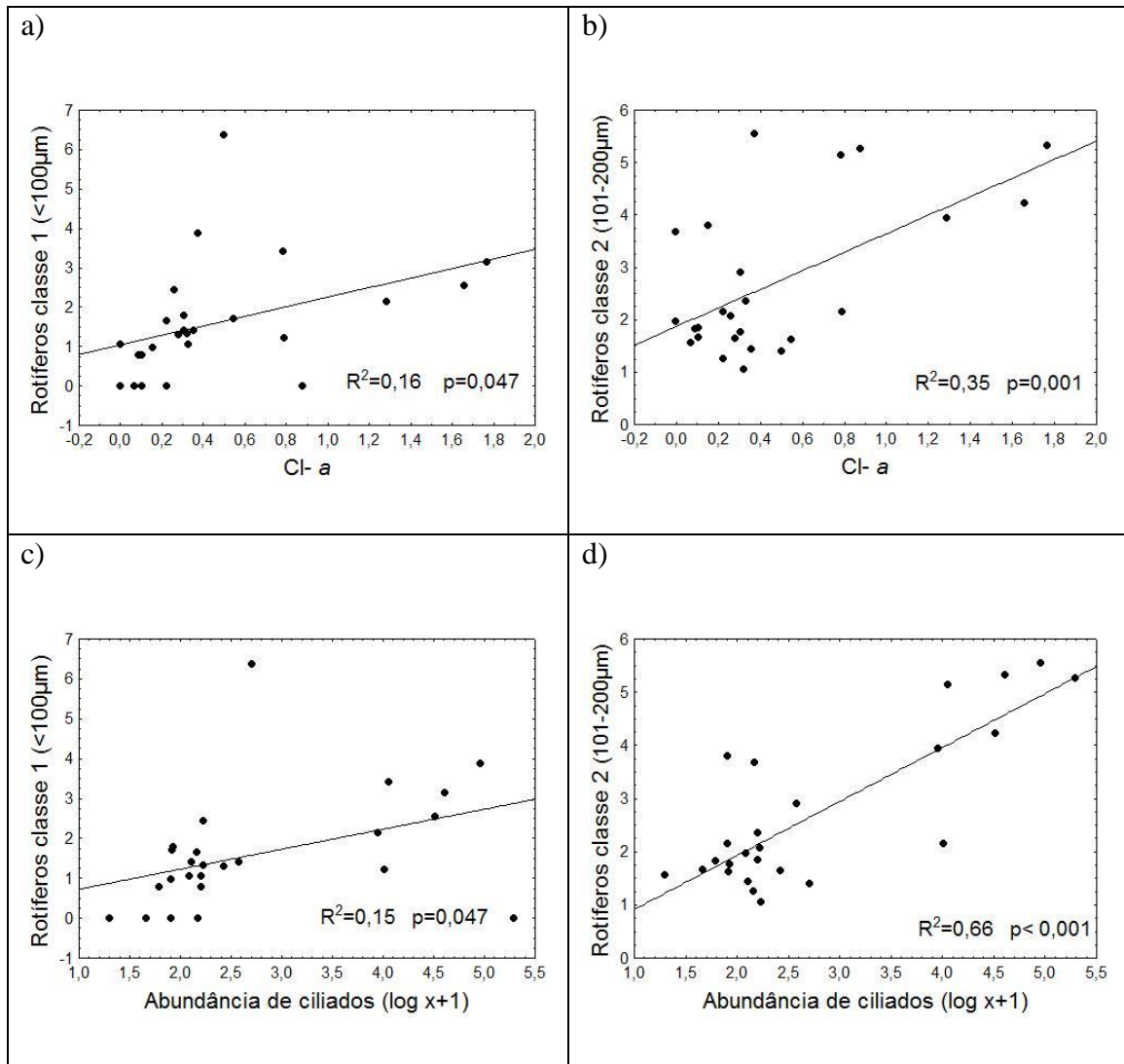


Fig. 5 Representação gráfica das análises de regressão linear simples significativas. R^2 = coeficiente de determinação resultante da regressão linear. Análises de regressão linear simples entre a abundância de rotíferos (log x+1) dentro das classes de tamanho (C1 e C2) e a disponibilidade de alimento. Sendo, a) classe 1 de tamanho e a concentração de clorofila- *a* (Cl- *a*); b) classe 2 de tamanho e a concentração de clorofila- *a*; c) classe 1 e a abundância de ciliados; e d) classe 2 e a abundância de ciliados.

Para cladóceros, com o resultado da análise de regressão linear simples foi observada relação positiva entre duas classes de tamanho, classe C2, tamanho pequeno e clorofila- *a* ($R^2= 0,39$ $p < 0,001$) e abundância de ciliados ($R^2=0,74$ $p < 0,001$) e C3, tamanho médio (Cl- *a*, $R^2= 0,31$ $p=0,003$ e ciliados $R^2=0,43$ $p < 0,001$) (Fig.6).

Não foi observada relação entre o coeficiente de variação do tamanho do corpo de rotíferos e cladóceros com a concentração de clorofila- *a* e abundância de ciliados ($p > 0,05$).

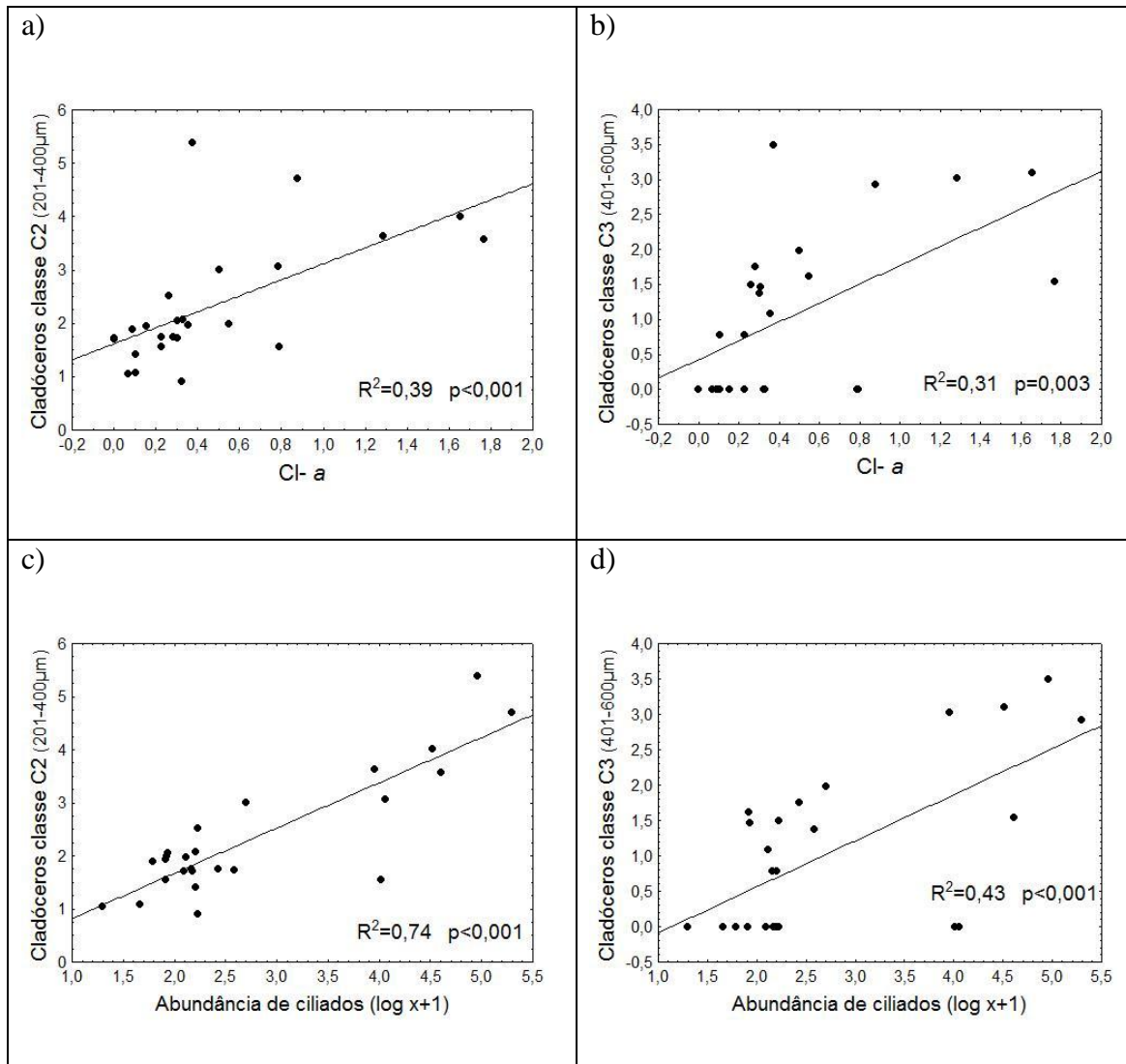


Fig.6 Representação gráfica das análises de regressão linear simples significativas. R^2 = coeficiente de determinação resultante da regressão linear. Análises de regressão linear simples entre a abundância de cladóceros (log x+1) dentro das classes de tamanho (C2 e C3) e a disponibilidade de alimento. Sendo, a) classe 2 de tamanho e a concentração de clorofila- a (Cl- a); b) classe 3 de tamanho e a concentração de clorofila- a; c) classe 2 e a abundância de ciliados; e d) classe 3 e a abundância de ciliados.

4 DISCUSSÃO

A riqueza de espécies encontrada na caracterização dos ambientes estudados condiz com outros estudos realizados nesta mesma planície (Bonecker et al., 2009; Lansac-Tôha et al., 2009), assim como a maior representatividade das famílias Brachionidae, Lecanidae (Rotifera) e Chydoridae (Cladocera), que também sempre são destaques em ambientes de planície de inundação (José De Paggi & Paggi, 2007; Lansac-Tôha et al., 2009). Essas famílias são favorecidas em ambientes com vegetação aquática; os rotíferos por possuírem

estruturas, como o pé, que facilita a fixação na vegetação (Green, 2003) e os Chydoridae por utilizam raspagem mecânica para recolher partículas fixadas no perífíton (sendo este um recurso opcional), e geralmente estão associados às macrófitas aquáticas (Dole-Oliver et al., 2000) que são abundantes nesses ambientes (Thomaz et al., 2009).

Os estudos da planície de inundação do alto rio Paraná normalmente encontram maior diversidade de espécies em lagoas (Lansac-Tôha et al., 2009), no entanto, nós observamos maior riqueza de espécies em pontos do rio Paraná. Esses pontos (P5 e P7) recebem contribuição direta dessas lagoas que são conhecidas por apresentarem uma alta diversidade de espécies, principalmente devido à contribuição de fauna associada à vegetação aquática, que é característica desses ambientes e de tributários adjacentes, cuja velocidade de fluxo pode carrear espécies também associadas à vegetação, presente nas margens em alguns locais, e espécies que são revolvidas do sedimento para coluna de água. Assim, ressaltamos a importância da adição da riqueza das lagoas e tributários na contribuição para o incremento de espécies nesses pontos, e para o aumento da biodiversidade desse sistema de modo geral. Como relatado anteriormente esses pequenos sistemas (lagoas permanentes e temporárias) servem como fonte de dispersão de propágulos de espécies (Braghin et al., 2015; Bomfim et al., 2015).

Em relação à distribuição de classe de tamanho de rotíferos e cladóceros observamos que são sensíveis à concentração e disponibilidade de recursos alimentares, como algas fitoplanctônicas e ciliados. O zooplâncton de menor tamanho geralmente é mais seletivo e preda organismos menores. Assim, são relacionados mais fortemente ao fitoplâncton e ficam mais sensíveis às mudanças nessa comunidade (Padial et al., 2012), diferente do zooplâncton de maior tamanho que tem um hábito de forrageamento mais amplo e é capaz de consumir itens alimentares de diversas origens e tamanhos (Declerck et al., 2007; Ozkan et al., 2014). Padrões similares de distribuição de classes de tamanho foram notados, onde foi observada uma relação significativa entre a concentração de clorofila- *a* e as classes de tamanho menores, tanto para rotíferos quanto para cladóceros, e uma relação não significativa com as classes de maior tamanho. Esta, por sua vez, foi predominante onde a disponibilidade de recurso alimentar foi menor.

Quando o recurso é mais escasso, cladóceros-filtradores maiores, como Daphniidae e Sididae (<800µm), são melhores competidores em relação aos de menor tamanho (Jeppesen et al., 2000), podendo se alimentar de amplos tamanhos de algas, desde menores que 5 µm

(Gliwicz, 1969) até as maiores de 80 μm (Burns, 1968), e também, se alimentam de bactérias, flagelados heterotróficos e ciliados de diversos tamanhos (Auer et al., 2004; Declerck et al., 2007; Ozkan et al., 2014; Kalinowska et al., 2015; Segovia et al., 2015). Isto reforça o fato de essas classes de tamanho não terem sido relacionadas com a concentração de clorofila- *a* e com a abundância de ciliados, pois, possivelmente o fitoplâncton e os ciliados não eram seus únicos recursos alimentares e a influência desses dois recursos foi menor sobre as classes de tamanhos maiores, comparado às classes menores. Ainda, os cladóceros possuem um aparelho de filtração que captura com melhor eficiência as partículas menores (Pattison et al., 2003), por possuírem sensores químicos e mecânicos nas antenas que permitem discriminar algas por tamanho, forma, substâncias e produtos químicos (Ventelã et al., 2002).

A relação encontrada da maior abundância dos rotíferos e cladóceros de menor tamanho quando há maiores concentrações de clorofila- *a*, e quando as algas são de maior tamanho, foi observada em inúmeros estudos (Carney & Elser, 1990; Havens, 1998; Post et al., 2008). Algas maiores, como as coloniais e filamentosas tendem a ser mais representativa na comunidade (Carney & Elser, 1990; Demott et al., 2001) e apesar de essas algas (filamentosas) não serem edíveis para o zooplâncton (Hart & Bychek, 2011), podem beneficiar o desenvolvimento de pequenos filtradores. Isso porque as algas liberam carbono orgânico dissolvido na coluna de água que é aproveitado pelas bactérias, e o aumento da comunidade bacteriana estimula o aumento da abundância dos pequenos filtradores (Havens, 1998), já que as bactérias servem de alimento para os mesmos (Auer et al., 2004). O que representa então, uma maior importância da cadeia microbiana.

Os filtradores de maior tamanho acabam por ser prejudicados na presença de algas filamentosas, devido a problemas de entupimento do aparelho de filtração, e podem ainda, se enrolar nessas algas, dificultando a natação e locomoção (Hart & Bychek, 2011); assim, têm desvantagem competitiva na presença dessas algas. Também, é possível que a presença desse recurso não edível e a falta de recurso palatável (Carney & Elser, 1990; Hart & Bychek, 2011) reduza o tamanho do nicho ecológico para algumas espécies zooplanctônicas e o estabelecimento de outras espécies.

A desigual distribuição de tamanho corpóreo zooplanctônico entre os ambientes tem influência sobre as interações ecológicas em que essa comunidade está envolvida. Interações de competição e predação, assim como a sua importância nas diferentes cadeias alimentares, tendem a seguir um padrão conforme o tamanho do corpo (Jeppesen et al., 2000; Auer et al.,

2004; Havens et al., 2015). A predominância de cladóceros maiores na comunidade possivelmente está relacionada ao maior número de relações dentro das cadeias alimentares por possuírem um amplo espectro alimentar (Auer et al., 2004; Kalinowska, et al., 2015; Segovia et al., 2015). Essa predominância de indivíduos de maior tamanho pode estar relacionada, ainda, a menor pressão de predação do zooplâncton por peixes planctívoros. Esses peixes selecionam zooplâncton de maior tamanho como alimento (Brooks & Dodson, 1965; Lazzaro, 1987; Iglesias et al., 2011), então, quando não estão presente no ambiente, os cladóceros maiores são mais abundantes. Observamos que ambientes onde os peixes planctívoros normalmente não estão presentes os cladóceros das classes de maior tamanho foram abundantes, e maior abundância de organismos pertencentes às classes de tamanho pequeno em lagoas onde anteriormente foi relatada grande abundância desses peixes planctívoros (Russo & Hahn, 2006).

Ao observar os valores do coeficiente de variação do tamanho do corpo, os locais que apresentaram maior variação de tamanho para rotíferos foram aqueles onde ocorreram algas de maior tamanho (classificação segundo Kruk et al., 2010), sugerindo que esse grupo possivelmente explorou outros itens alimentares, resultando em uma menor competição e permitindo a presença de diversas classes de tamanhos (Havens, 1998), diferentemente do ambiente que apresentou menor variação de tamanho do corpo de rotíferos, onde as algas dominantes eram de tamanho pequeno, item preferencial desses organismos (Ozkan et al., 2014). Para os cladóceros, por explorarem itens alimentares de forma mais ampla (Auer et al., 2004; Kalinowska et al., 2015; Segovia et al., 2015), não foi observada relação entre o coeficiente de variação do tamanho do corpo e os recursos alimentares. Independente da forma de alimentação do zooplâncton (raptorial, filtrador), a disponibilidade do tamanho do item alimentar é que tem influencia sobre os organismos, pois a busca tende a ser sempre pelo mesmo espectro de tamanho (Wirtz, 2012), como no caso de rotíferos e cladóceros menores que buscam se alimentar de algas pequenas.

Observou-se uma relação positiva entre as classes de tamanho pequeno de rotíferos e de tamanho pequeno e médio de cladóceros com a abundância de ciliados, sugerindo que esses organismos possivelmente são regulados pelos mesmos fatores (Auer et al., 2004), pois rotíferos e cladóceros de pequeno tamanho se alimentam dos mesmos recursos alimentares que os ciliados, como as pequenas algas, bactérias e flagelados heterotróficos, e também competem com os cladóceros maiores (Kalinowska et al., 2015; Segovia et al., 2015).

Normalmente rotíferos são relacionados negativamente com ciliados, já que rotíferos predadores têm o hábito de se alimentar desse grupo de protistas (Kalinowska et al., 2015).

A disponibilidade de alimento está intimamente relacionada à abundância dos organismos (Dodson, 1992; Jeppesen et al., 2010). Uma vez que os organismos não precisam competir pelo recurso que está amplamente distribuído, passam a alocar energia para crescimento e reprodução (crescem rápido para atingir a maturação e reproduzir) (Allan, 1976; Dodson, 1992); há, então, um maior número de indivíduos quando os recursos são abundantes. Normalmente, o ambiente comporta melhor um maior número de indivíduos de menor tamanho do que grande quantidade de indivíduos grandes (Peters, 1983); assim, em um ambiente com maior abundância há, também, maior número de indivíduos pequenos (Peters, 1983; Brown, 1995). O mesmo foi encontrado nos resultados, sendo que os ambientes que apresentaram maior abundância de organismos foram dominados pelas classes de tamanhos pequenos dos dois grupos zooplancônicos, reforçando a importância do recurso para a seleção da classe de tamanho dos organismos presentes nos ambientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que a disponibilidade de alimento seleciona a distribuição das classes de tamanhos de rotíferos e cladóceros nesses ambientes estudados, assim como, a abundância de organismos dentro dessas classes. Portanto, a hipótese foi corroborada. A partir dos resultados sugerimos ainda, que os recursos disponíveis favoreceram o estabelecimento dos organismos de menor tamanho, além de uma vantagem competitiva dos cladóceros grandes sobre os demais rotíferos e cladóceros quando o recurso era escasso.

Diante da importância do tamanho do corpo zooplancônico para as interações ecológicas nos sistemas aquáticos, os resultados permitem avaliar a importância da disponibilidade do recurso alimentar nas relações bioenergéticas das cadeias alimentares. E assim, relacionar a presença dos diferentes espectros de tamanho do corpo zooplancônico à biomassa fitoplancônica e à abundância de organismos da comunidade de protozoários ciliados planctônicos.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A. & M. Zalewski, 1996. A planície de inundação do alto rio Paraná: importância e preservação. Eduem, Maringá.
- Agostinho, A. A., C. C. Bonecker, L. C. Gomes, 2009. Effects of water quantity on connectivity: the case of the upper Paraná River floodplain. *Ecohydrology & Hydrobiology* 9: 99-113.
- Allan, J. D., 1976. Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist* 110: 165-176.
- Auer, B., U. Elzer & H. Arndt, 2004. Comparison of pelagic food webs in lakes along a trophic gradient and with seasonal aspects: influence of resource and predation. *Journal of Plankton Research*, 26: 697–709.
- Bomfim, F. F., L. T. F. Schiwind, C. C. Bonecker, F. A. Lansac-Tôha, 2015. Variação espacial de rotíferos planctônicos: diversidade e riqueza de espécies. *Arquivos do Mudi* 19: 45-56.
- Bonecker, C. C.; A. S. M. Aoyagui & R. M. Santos, 2009. The impact of impoundment on the rotifer communities in two tropical floodplain environments: interannual pulse variations. *Brazilian Journal of Biology* 69: 529-537.
- Bonecker, C. C., F. Azevedo & N. R. Simões, 2011. Zooplankton body-size structure and biomass in tropical floodplain lakes: relationship with planktivorous fishes. *Acta Limnologica Brasiliensia* 23: 217-228.
- Bottrell, H. H., A. Duncan, Z. M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurosawa, P. Larsson & T. Weglenska, 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norway Journal Zoology* 24: 419-456.
- Braghin, L. S. M., B. R. S. Figueiredo, T. Meurer, T. S. Michelin, N. R. Simões & C. C. Bonecker, 2015. Zooplankton diversity in a dammed river basin is maintained by preserved tributaries in a tropical floodplain. *Aquatic Ecology* 49: 175-187.
- Brooks, J. L. & S. I. Dodson, 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science* 150: 28–35.

- Brown, J. H., 1995. *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Burns, C. W., 1968. The relationship between body size of filter-feeding Cladocera and the maximum size of particle ingest. *Limnology and Oceanography* 13: 675-678.
- Carney J. J. & J. J. Elser, 1990. The strength of zooplankton–phytoplankton coupling in relation to trophic state. In: Tilzer, M. M. *Ecology of Large Lakes* (ed.), p. 616–631. Springer, New York.
- Carpenter, S. R. & J. F. Kitchell, 1988. Consumer control of lake productivity. *Bioscience* 38: 764–769.
- Chase, J. M., P. A. Abrams, J. P. Grover, S. Dieh, P. Chesson, R. Holt, S. A. Richards, R. M. Nisbet & T. J. Case, 2002. The interaction between predation and competition: a review and synthesis. *Ecology Letters* 5: 302–315.
- Declerck S., M. Vanderstukken, A. Pals, K. Muylaert & L. De Meester, 2007. Plankton biodiversity along a gradient of productivity and its mediation by macrophytes. *Ecology* 88: 2199–210.
- Demott, W. R., R. D. Gulati & E. V. Donk, 2001. *Daphnia* food limitation in three hypereutrophic Dutch lakes: Evidence for exclusion of large-bodied species by interfering filaments of cyanobacteria. *Limnology and Oceanography* 46: 2054–2060.
- Dodson, S. I., 1992. Predicting crustacean zooplankton species richness. *Limnology and Oceanography* 37: 848–856.
- Dole-Olivier, M. J., D. M. P. Galassi, P. Marmonier & M. Creuzé Dês Châtelliers, 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater Biology* 44: 63-91.
- Gliwicz, Z., 1969. Share of algae, bacteria and trypton in the food of the pelagic zooplankton of lakes with various trophic characteristics. *Bulletin Academia Polonia Sciences* 17: 159-165.
- Golterman, H. L., C. C. Bakels & J. Jakobsmogelein, 1969. Availability of mud phosphates for the growth of algae. *Limnology* 17: 467-479.
- Gotelli, N. J. & A. M. Ellison, 2011. *Princípios de estatística em ecologia*. Artmed, Porto Alegre.

- Green, J., 2003. Associations of planktonic and periphytic rotifers in a tropical swamp, the Okavango Delta, Southern Africa. *Hydrobiologia* 490: 197-209.
- Gubiani, E. A., L. C. Gomes, A. A. Agostinho & E. K. Okada, 2007. Persistence of fish populations in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. *Ecology of Freshwater Fish* 16: 191-197.
- Hardy, E. R., 1989. Effect of temperature, food concentration and turbidity on the life cycle characteristics of planktonic cladocerans in a tropical lake. Central Amazon: Field and Experimental work. London: University of London.
- Hart, R. C. & E. A. Bychek, 2011. Body size in freshwater planktonic crustaceans: an overview of extrinsic determinants and modifying influences of biotic interactions. *Hydrobiologia* 668: 61–108.
- Havens, K. E., 1998. Size structure and energetics in a plankton food web. *Oikos* 81: 346-358.
- Havens, K. E., R. M. Pinto-Coelho, M. Beklioglu, K. S. Christoffersen, E. Jeppesen, T. L. Lauridsen, A. Mazumder, G. Methot, B. P. Alloul, U. N. Tavsanoğlu, S. Erdogan & J. Vijverberg, 2015. Temperature effects on body size of freshwater crustacean zooplankton from Greenland to the tropics. *Hydrobiologia* 743: 27–35.
- Iglesias, C., N. Mazzeo, M. Meerhoff, G. Lacerot, J. M. Clemente, F. Scasso, C. Kruk, G. Goyenola, J. García-Alonso, S. L. Amsinck, J. C. Paggi, S. José de Paggi & E. Jeppesen, 2011. High predation is of key importance for dominance of small-bodied zooplankton in warm shallow lakes: evidence from lakes, fish exclosures and surface sediments. *Hydrobiologia* 667: 133–147.
- Jeppesen, E., J. P. Jensen, M. Søndergaard, T. Lauridsen & F. Landkildehus, 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology* 45: 201–218.
- Jeppesen, E.; M. Meerhoff, K. Holmgren, I. Gonzalez-Bergonzoni, F. T. Mello, S. A. J. Declerck, L. De Meester, M. Søndergaard, T. L. Lauridsen, R. Bjerring, J. M. Conde-Porcuna, N. Mazzeo, C. Iglesias, M. Reizenstein, H. J. Malmquist, Z. Liu, D. Balayla & X. Lazzaroet, 2010. Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function. *Hydrobiologia* 646:73–90.

- José De Paggi S. J., J. C. Paggi, 2007. Zooplankton. In: Iriondo, M. H., J. C. Paggi & M. J. Parma (eds). *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical Wetland*. Springer, New York. p. 229-245.
- Kalinowska, K., J. Ejsmont-Karabin, M. Rzepecki, I. Kostrzevska-Szlakowska, I. Y. Feniova, A. Palash & A. R. Dzialowski, 2015. Impacts of large-bodied crustaceans on the microbial loop. *Hydrobiologia* 744:115–125.
- Kruk, C., V. L. M. Huszar, E. T. H. M. Peeters, S. Bonilla, L. Costa, M. L. Rling, C. S. Reynolds & M. Scheffer, 2010. A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology* 55: 614–627.
- Lampert, W. & U. Sommer, 1997. *Limnoecology: the ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, New York.
- Lansac-Tôha, F. A., C. C. Bonecker, L. F. M. Velho, N. R. Simões, J. D Dias, G. M. Alves & E. M. Takahashi, 2009. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from longterm studies. *Brazilian Journal of Biology* 69: 539–49.
- Lazzaro, X., 1987. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia* 146:97-167.
- Madoni, P. Ciliated protozoan communities and saprobic evaluation of water quality in the hilly zone of some tributaries of the Po River (northern Italy). *Hydrobiologia* 541:55-69.
- Ozkan, K., E. Jeppesen, T. A. Davidson, M. Søndergaard, T. L. Lauridsen, R. Bjerring, L. S. Johansson & J. C. Svenning, 2014. Cross-taxon congruence in lake plankton largely independent of environmental gradients. *Ecology* 95: 2778–2788.
- Padial, A. A., S. A. J. Declerck, L. De Meester, C. C. Bonecker, F. A. Lansac-Toha, L. C. Rodrigues, A. Taked, S. Train, L. F. M. Velho & L. M. Bini, 2012. Evidence against the use of surrogates for biomonitoring of Neotropical floodplains. *Freshwater Biology* 57: 2411–2423.
- Pastorok, R. A., 1981. Prey Vulnerability and Size Selection by *Chaoborus* Larvae. *Ecology* 62: 1311–1324.

- Pattinson, K. R., J. E. Havel & R. G. Rhodes, 2003. Invasibility of a reservoir to exotic *Daphnia lumholtzi*: experimental assessment of diet selection and life history responses to cyanobacteria. *Freshwater Biology* 48:233-246.
- Peters, R. H., 1983. *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pinel-Alloul, B., 1995. Les invertébrés prédateurs du zooplancton. In Pourriot, R. & M. Meybeck (eds), *Limnologie Generale*. Masson, Paris, 541–564.
- Post, D. M., E. P. Palkovacs, E. G. Schielke & S. I. Dodson, 2008. Intraspecific variation in a predator affects community structure and cascading trophic interactions. *Ecology* 89: 2019–2032
- Pourriot, R., 1995. Reponses adaptatives du zooplancton a la predation. In Pourriot, R. & M. Meybeck (eds), *Limnologie Generale*. Masson, Paris, 610–627.
- Putland J. N, R. L. Iverson, 2007. Microzooplankton: major herbivores in an estuarine planktonic food web. *Marine Ecology Progress Series* 345:63–73.
- Roberto, M. C.; N. F. Santana, S. M. Thomaz, 2009. Limnology in the Upper Paraná river floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology* 69: 717-725.
- Russo, M. R. & N. S. Hahn, 2006. Importance of zooplankton in thhe diet of a small fish in lagoons of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 18: 357-366.
- Segovia, B. T., D. G. Pereira, L. M. Bini, B. R. Meira, V. S. Nishida, F. A. Lansac-Tôha & L. F. M. Velho, 2015. The role of microorganisms in a planktonic food web of a floodplain lake. *Microbiology Ecology* 69:225–233.
- Simões, N. R., M. A. M. Colares, F. A. Lansac-Tôha & C. C. Bonecker, 2013. Zooplankton species richness–productivity relationship: Confronting monotonic positive and hump-shaped models from a local perspective. *Austral Ecology* 38: 952–958.
- Sorf, M., T. A. Davidson, S. Brucet, R. F. Menezes, M. Søndergaard, T. L. Lauridsen, F. Landkildehus, L. Liboriussen, E. Jeppesen, 2015. Zooplankton response to climate warming:

a mesocosm experiment at contrasting temperatures and nutrient levels. *Hydrobiologia*, 742:185–203.

Thomaz, S. M., P. Carvalho, A. A. Padial & J. T. Kobayashi, 2009. Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* 69: 617-625.

Ventelã, A. M., K. Wiackowski, M. Moilanen, V. Saarikari, K. Vuorio & J. Sarvala, 2002. The effect of small zooplankton on the microbial loop and edible algae during a cyanobacterial bloom. *Freshwater Biology* 47:1807-1819.

Weisse, T., 1991. The annual cycle of heterotrophic freshwater nanoflagellates: role of bottom-up versus top-down control. *Journal Plankton Research* 13:167-185.

Wetzel, R. G. & G. E. Likens, 1991. *Limnological Analyses*: Springer-Verlag.

Wirtz, K. W., 2012. Who is eating whom? Morphology and feeding type determine the size relation between planktonic predators and their ideal prey. *Marine Ecology Progress Series* 445: 1-12.

Zar, J. H., 2009. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

APÊNDICE A - Inventário das espécies nos ambientes estudados da planície de inundação do alto rio Paraná e subsistemas próximos, com os valores de variação do tamanho do corpo de cada espécie (TC) (valores mínimos e máximos).

TÁXONS	TC (min. e máx.) (µm)
ROTIFERA	
Lecanidae	
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	100-137
<i>L. cornuta</i> (Muller, 1786)	100-125
<i>L. curvicornis</i> (Murray, 1913)	125-137
<i>L. elsa</i> Hauer, 1931	150
<i>L. leontina</i> (Turner, 1892)	175
<i>L. ludwigii</i> (Eckstein, 1883)	125-162
<i>L. luna</i> (Müller, 1776)	100-150
<i>L. lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	75-125
<i>L. obtusa</i> (Murray, 1913)	150
<i>L. papuana</i> (Murray, 1913)	107
<i>L. signifera</i> (Jennings, 1896)	113
<i>L. stenroosi</i> (Meissner, 1908)	112-125
Brachionidae	
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	-
<i>B. budapestinensis</i> Daday, 1885	100
<i>B. calyciflorus</i> Pallas, 1766	100-275
<i>B. falcatus</i> Zacharias, 1898	-
<i>B. mirus</i> Daday, 1905	100-200
<i>B. quadridentatus</i> Hermann, 1783	137-150
<i>B. urceolaris</i> O. F. Müller, 1773	175-200
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	100-125
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	137-200
<i>K. cochlearis</i> (Gosse, 1851)	75-125
<i>K. lenzi</i> Hauer, 1953	100-125
<i>K. tropica</i> (Apstein, 1907)	100-225
<i>Plationus patulu patulus</i> (Müller, 1786)	100-150
<i>Platyias leloupi</i> Gillard, 1967	212-225

<i>P. quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	100-175
Trichocercidae	
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	-
<i>T. agnatha</i> Wulfert, 1939	100-169
<i>T. bidens</i> (Lucks, 1912)	100-150
<i>T. capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	325
<i>T. cylindrica</i> (Imhof, 1891)	325
<i>T. elongata</i> (Gosse, 1886)	175-300
<i>T. gracillis</i> (Tessin, 1890)	100-175
<i>T. myersi</i> (Hauer, 1931)	150-200
<i>T. porcellus</i> (Gosse, 1851)	162
<i>T. pusilla</i> (Jennings, 1903)	175
Euchlanidae	
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	100-260
<i>E. incisa</i> Carlin, 1939	208-250
Mytilinidae	
<i>Mytilina mucronata</i> (Muller 1773)	200-225
<i>M. m. spinigera</i> (Ehrenberg, 1830)	-
<i>M. ventralis</i> (Ehrenberg, 1830)	175
Filinidae	
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	112-212
<i>F. opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	175-250
<i>F. terminalis</i> (Plate, 1886)	112-194
Synchaetidae	
<i>Ploesoma triacanthum</i> (Bergendal, 1892)	-
<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	120-150
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	75-118
<i>P. vulgaris</i> Carlin, 1943	100-137
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg 1832	80-93
<i>S. oblonga</i> Ehrenberg, 1832	75-175
Notommatidae	
<i>Cephalodella obvia</i> Donner, 1950	-
Lepadellidae	

<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	150
<i>L. oblonga</i> (Ehrenberg, 1834)	125
<i>L. triptera</i> (Ehrenberg, 1832)	150
Conochilidae	
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikov, 1914)	112
<i>C. dossuaris</i> (Hudson, 1885)	100
<i>C. natans</i> (Seligo, 1900)	175
<i>C. unicornis</i> Rousselet, 1892	75
Gastropodidae	
<i>Gastropus hyptopus</i> (Ehrenberg, 1838)	97
Dicranophoridae	
<i>Aspelta angusta</i> Haring & Myers, 1928	125-212
<i>Dicranophorus epicharis</i> Haring & Myers, 1928	150
Trichotriidae	
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	-
Hexarthridae	
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	133-175
Epiphanidae	
<i>Epiphanes senta</i> (Müller, 1773)	200
<i>E. clavulata</i> (Ehrenberg, 1832)	125
<i>E. macroura</i> (Barrois & Daday, 1894)	125-225
Ituridae	
<i>Itura myersi</i> Wulfert, 1935	112
Bdelloidea	
100-375	
CLADOCERA	
Moinidae	
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	612
Bosminidae	
<i>Bosmina hagemanni</i> Stingelin, 1904	250-425
<i>B. longirostris</i> (De Melo; Herbert, 1994)	225-375
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	175-350
Daphniidae	
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	350-450

<i>C. reticulata</i> (Jurine, 1820)	1000
<i>C. silvestrii</i> Daday, 1902	450
<i>Daphnia lumholtzi</i> Sars, 1885	550-1025
<i>Daphnia gessneri</i> (Herbst, 1967)	550-1075
Sididae	
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981	485-656
<i>D. brevireme</i> Sars, 1901	656-708
<i>D. spinulosum</i> Herbst, 1967	600
Chydoridae	
<i>Acroperus tupinamba</i> Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010	275-425
<i>Alona glabra</i> Sars, 1901	325
<i>A. gutatta</i> Sars, 1862	200-337
<i>A. iheringula</i> Sars, 1901	300
<i>A. intermedia</i> Sars, 1862	425
<i>Nicsmirnovius fitiztatricksi</i> (Chien, 1970)	312-387
<i>Anthalona verrucosa</i> (Sars, 1901)	300
<i>Coronatella poppei</i> (Richard, 1897)	362-425
<i>Alonella clathratula</i> Sars, 1896	-
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	175-287
<i>Camptocercus australis</i> Sars, 1896	300-850
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901	250
<i>Chydorus parvareticulatus</i> Frey, 1897	200-375
<i>Chydorus cf. sphaericus</i> (O. F. Müller, 1776)	-
<i>Picripleuroxus cf. denticulatus</i> Smirnov 1996	250
<i>Euryalona brasiliensis</i> Brehm & Thomsen, 1936	325-400
<i>Karualona muelleri</i> (Richard, 1897)	462
<i>Notoalona sculpta</i> (Sars, 1901)	250-425

APÊNDICE B - Ordenação dos ambientes com as variáveis: abundância dos rotíferos e cladóceros totais (AT), riqueza de espécies (S), abundância de ciliados (AC) e concentração de clorofila- *a* (Cl- *a*).

Ambientes	AT (ind./m ³)	S	AC. ciliados (ind./L)	Cl- <i>a</i> (ug/L)
P1	3.150,61	26	168	0,82
P2	394,78	21	146	0,68
P3	18.834,92	17	82	0,43
P4	666,32	23	84	2,53
P5	644,27	38	86	1,02
P6	70.198,33	18	506	2,17
P7	334,66	31	268	0,91
P8	2.555,42	24	384	1,02
P9	119,22	15	170	1,10
P10	287,56	23	130	1,27
L1 Garças	141.419,60	15	198.104	5,12
L2 Xirica	214.069,50	17	40.420	57,34
L3 Ivaí	31.797,80	21	91.820	44,37
L4 São João	623.380,00	16	10.360	1,37
L5 Xambrê	288,66	14	9.060	5,19
L6 Pavão	17.101,80	16	11.420	18,29
L7 Saraiva	229.793,00	19	33.000	6,55
T1 Paranapanema	95,19	9	20	0,17
T2 Baía	208,41	16	82	0,68
T3 Ivinhema	225,45	16	124	0,00
T4 Ivinheminha	188,37	19	62	0,23
T5 Ivaí	386,77	20	160	1,14
T6 Amambaí	135,27	15	160	0,27
T7 Iguatemi	4.776,74	15	150	0,00
T8 Piquiri	40,07	10	46	0,27