

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

LEANDRO JUNIO FULONE

**INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS SOBRE A DIVERSIDADE DE
ORGANISMOS PERIFÍTICOS**

Maringá

2008

LEANDRO JUNIO FULONE

**INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS SOBRE A DIVERSIDADE DE
ORGANISMOS PERIFÍTICOS**

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Cláudia Costa Bonecker

Maringá

2008

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

F973i Fulone, Leandro Junio, 1980-
Influência da complexidade estrutural de macrófitas aquáticas sobre a diversidade de organismos perifíticos / Leandro Junio Fulone. -- Maringá, 2008.
20 f. : il. + anexo (12f.).
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2008.
Orientador: Profª Drª Cláudia Costa Bonecker.
1. Microorganismos perifíticos - Ecologia de comunidades - Diversidade -
Complexidade de habitat - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Microorganismos
perifíticos - Ecologia de comunidades - Heterogeneidade - Macrófitas aquáticas - 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 22. ed. -579.178209816
NBR/CIP - 12899 AACR

LEANDRO JUNIO FULONE

**INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS SOBRE A DIVERSIDADE DE
ORGANISMOS PERIFÍTICOS**

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:

Aprovada em: 13 de junho de 2008

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

COMISSÃO JULGADORA

Profª Drª Claudia Costa Bonecker
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Juan José Neiff
Centro de Ecologia Aplicada del Litoral (CECOAL - Argentina)

Prof. Dr. Sidnei Magela Thomaz
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e a meu irmão por sempre terem me ajudado quando precisei.

Especialmente ao Prof. Dr. Adauto Fonseca Lima, que muito contribuiu para que eu chegasse até aqui.

A todos do laboratório de zooplâncton, sem exceções!

Ao Felipe pela ajuda dispensada.

Às vizinhas do fitoplâncton pelo pó de café e tudo o mais.

Ao pessoal dos laboratórios de limnologia, bentos, perifíton e parasitologia.

À Salete, João Fábio e Márcia por toda a ajuda prestada.

Ao Alfredo que sempre dá um jeito para fazer a bomba funcionar.

Ao NUPÉLIA e ao PEA pelas facilidades concedidas durante a realização do trabalho.

Ao Dr Sidnei Magela Thomaz e Dr Eric Dibble por terem me cedido as amostras de perifíton com as quais trabalhei.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À Prof^a Dr^a Paulina Maria Maia Barbosa e ao Prof. Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha pelas valiosas sugestões durante a avaliação do projeto.

À Dr^a Maria Beatriz Gomes e Souza pela inestimável ajuda na identificação de alguns táxons de protozoários.

Aos Professores Drs Sidnei Magela Thomaz e Juan José Neiff por terem aceitado o convite para participarem da banca.

Gostaria de agradecer especialmente aqueles que ajudaram de maneira mais efetiva na realização deste trabalho, seja na identificação dos organismos ou com críticas e sugestões: Luis, Nadson, Héctor, Horácio, Wilson, Roger, Ciro, Mariza, Anderson, Pepe, Érica, Juliana, Geziele, Flávia, Deise Diaptomus e Francine.

E por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer a Dr^a Claudia Costa Bonecker por toda a ajuda oferecida desde que vim para Maringá. Muito obrigado!

Never regard study as a duty,
but as the enviable
opportunity to learn to
know the liberating influence
of beauty in the realm of the
spirit for your own personal
joy and to the profit of the
community to which your
later work belongs

Einstein

...The grass was greener
The light was brighter
The taste was sweeter
The nights of wonder
With friends surrounded
The dawn mist glowing
The water flowing
The endless river

Forever and ever

Gilmour

Influência da complexidade estrutural de macrófitas aquáticas sobre a diversidade de organismos perifíticos

RESUMO

Macrófitas aquáticas desempenham um importante papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos incrementando a heterogeneidade do hábitat e favorecendo uma alta diversidade biológica. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da complexidade estrutural de diferentes espécies de macrófitas aquáticas sobre a estrutura das assembléias de amebas testáceas, rotíferos, cladóceros e copépodes perifíticos. As macrófitas foram categorizadas em um gradiente crescente de complexidade para se testar a hipótese de que a riqueza e diversidade de espécies, além da abundância dos organismos, aumentam positivamente ao longo deste gradiente. Todos os grupos apresentaram aumento concordante entre a complexidade e os valores de abundância. O número de táxons observado variou entre os diferentes graus de complexidade, sendo, em geral, os maiores valores registrados em macrófitas mais complexas. A diversidade total de espécies, das amebas testáceas e dos rotíferos foi correlacionada significativamente com o gradiente de complexidade estrutural. As relações entre os atributos das diferentes assembléias e o grau de complexidade das macrófitas estiveram relacionadas com o tamanho e modo de vida dos grupos estudados. Os resultados obtidos permitem afirmar que não só a complexidade estrutural, mas também a heterogeneidade de habitats é determinante para a manutenção da biodiversidade dos ambientes aquáticos.

Palavras-chave: Perifíton. Complexidade de habitat. Diversidade. Macrófita. Heterogeneidade.

Influence of the aquatic macrophyte structural complexity on periphytic organisms diversity

ABSTRACT

Aquatic macrophytes play an important role on the structure and functioning of aquatic ecosystems increasing the habitat heterogeneity and favoring a high biodiversity. In this way, this study evaluated the influence of structural complexity from different species of aquatic macrophytes on the structure of periphytic testate amoebae, rotifers, cladocerans and copepods. The macrophytes were categorized along a growing gradient of complexity to test the hypothesis that the species richness and diversity, beyond the abundance, increase positively along this gradient. All groups presented a concordant increase between the complexity and abundance values. The species richness varied among the different complexity degrees, and, in general, high values were recorded at more complex macrophytes. The total species diversity, the testate amoebae and rotifers diversity were also significantly correlated to structural complexity gradient. The relationships between the attributes of different assemblages and the complexity degree of aquatic macrophytes were related to the size and life history of studied groups. Our results allow arguing that not only structural complexity, but also the habitat heterogeneity is determinant for the maintenance of biodiversity from aquatic environments.

Key words: Periphyton. Habitat complexity. Diversity. Macrophytes. Heterogeneity.

Dissertação elaborada e
formatada conforme as normas da
publicação científica *Aquatic
Ecology*. Disponível em:
<<http://www.springer.com/life+sci/ecology/journal/10452>>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	3
<i>ÁREA DE ESTUDO</i>	3
<i>AMOSTRAGEM DE CAMPO</i>	4
<i>ANÁLISE EM LABORATÓRIO</i>	5
<i>COMPLEXIDADE DAS MACRÓFITAS</i>	5
<i>ANÁLISE DOS DADOS</i>	6
RESULTADOS	6
DISCUSSÃO	11
REFERÊNCIAS	15
ANEXO	21

Introdução

O alto rio Paraná possui uma enorme diversidade biológica, apesar de ser um dos rios com maior influência de reservatórios no mundo (Agostinho et al. 2000). Planícies de inundação, como a que está inserida no alto rio Paraná, são macrosistemas fluviais (Neiff 1990) de grande complexidade funcional e estrutural (Neiff 2001, Ward et al. 2002) e elevada diversidade (Ward et al 1999, Junk 2000), sendo consideradas ecossistemas altamente produtivos (Thomaz et al. 2003). Estes ecossistemas possuem uma ampla variedade de habitats aquáticos e a diversidade de cada um desses habitats é de suma importância para a manutenção da alta biodiversidade no sistema como um todo (Thomaz et al. 2007).

Estudos realizados em vários ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná reportam que muitas comunidades apresentam seus maiores valores de riqueza (e.g. fitoplâncton, perifíton, rotíferos planctônicos, macrófitas aquáticas e bentos) e abundância (fitoplâncton, zooplâncton e macrófitas aquáticas) nas lagoas (Agostinho et al. 2000). Isto está relacionado às condições mais propícias ao estabelecimento destas comunidades em ambientes lênticos e também à elevada abundância das macrófitas aquáticas, influenciando diretamente as demais comunidades.

Macrófitas aquáticas desempenham um importante papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos (Duggan et al 2001, Meerhoff et al. 2003, Ali et al 2007, Kuczynska-Kippen 2007). Essa vegetação proporciona um ambiente estruturalmente complexo, abrangendo várias escalas espaciais, desde frações de milímetros a centenas de metros (Chambers et al. 2008). Além de contribuir para o aumento da complexidade estrutural da região litorânea, a arquitetura das macrófitas aquáticas incrementa a heterogeneidade do hábitat, proporcionando maior diversidade e estabilidade das comunidades bióticas (Agostinho et al. 2007). Desta forma, habitats colonizados por macrófitas frequentemente representam o mais diversificado, produtivo e heterogêneo compartimento dos ambientes aquáticos (Chambers et al. 2008).

Segundo Dibble & Thomaz (2006), a maioria dos estudos sobre assembléias de peixes e invertebrados associados à essa vegetação assume que existe uma relação dessas assembléias e a estruturação de hábitat proporcionado pelas macrófitas, mas raramente é quantificada a complexidade desses vegetais. Em vez disso, são consideradas medidas indiretas de complexidade, como presença e ausência, abundância relativa ou a biomassa das macrófitas.

Macrófitas distintas contribuem de maneira diferenciada para a heterogeneidade de habitats (Dibble & Thomaz 2006). Essa heterogeneidade de microhabitats está relacionada com o grau de complexidade apresentado pelas espécies. A estrutura do hábitat desempenha um importante papel na determinação da diversidade de espécies, sendo que habitats fisicamente mais complexos apresentam maior número de espécies (Bell et al. 1991).

Taniguchi & Tokeshi (2004) afirmam que não existe um método estabelecido para quantificar a complexidade de hábitat. Assim, a maioria dos estudos baseia-se em classificações categóricas de características do substrato, tais como “áspero versus liso” ou “com e sem reentrâncias”. No entanto, estes autores criticam critérios de classificação do tipo “tudo-ou-nada” para categorizar a complexidade do hábitat uma vez que desta forma o suposto efeito da complexidade pode ser facilmente detectado, no entanto, não podem fornecer informações consistentes de como a complexidade afeta as assembléias.

Um método que vem sendo aplicado para quantificar a complexidade espacial de habitats ao invés de categorizá-la é o índice fractal (e.g. Taniguchi & Tokeshi 2004, McAbendroth et al. 2005, Thomaz et al. 2008). No entanto, apesar de ser o método mais promissor atualmente para quantificar a complexidade de habitats, ainda existe alguma discussão quanto à aplicação desta metodologia. Uma das críticas é de que em ecologia não existe nenhum exemplo verdadeiramente fractal e, assim, na maioria dos casos em que o fractal é utilizado para se medir um objeto no mundo real, não existe auto-similaridade ao longo de diferentes escalas de observação (Halley et al. 2004). Além disso, medidas de dimensão fractal são baseadas em representações bidimensionais de objetos tridimensionais. Evidentemente tal análise está sujeita a erros de interpretação fundamentais (Barreto 1999).

Conhecer a relação entre complexidade estrutural proporcionada pelas macrófitas e a diversidade de organismos perifíticos é um importante passo para explicar a elevada diversidade encontrada em alguns ambientes aquáticos. Apesar da importância da vegetação aquática na estruturação dos ambientes aquáticos e de sua influência sobre várias comunidades, a maioria dos estudos com este enfoque é feita com poucas espécies vegetais ou considerando apenas um tipo ecológico de macrófitas (Poi de Neiff & Neiff 2006). Sendo assim, estudos que considerem uma amplitude maior dentro de uma escala de complexidade, se revestem de importância.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da complexidade estrutural de diferentes espécies de macrófitas aquáticas sobre a abundância, riqueza e diversidade de espécies de amebas testáceas, rotíferos, cladóceros e copépodes perifíticos. As macrófitas foram ordenadas em uma escala crescente de complexidade para testar a hipótese de que a abundância dos organismos, bem como a riqueza e diversidade de espécies, aumentam positivamente ao longo desta escala.

Material e métodos

Área de estudo

Os dois locais de amostragem estão localizados na planície de inundação do alto rio Paraná. O ressaco do Leopoldo (22° 45' S; 53° 16' W) e a lagoa das Garças (22° 43' S; 53° 13' W) estão inseridos na Área de Proteção Ambiental das Ilhas de Várzea do rio Paraná (Fig. 1).

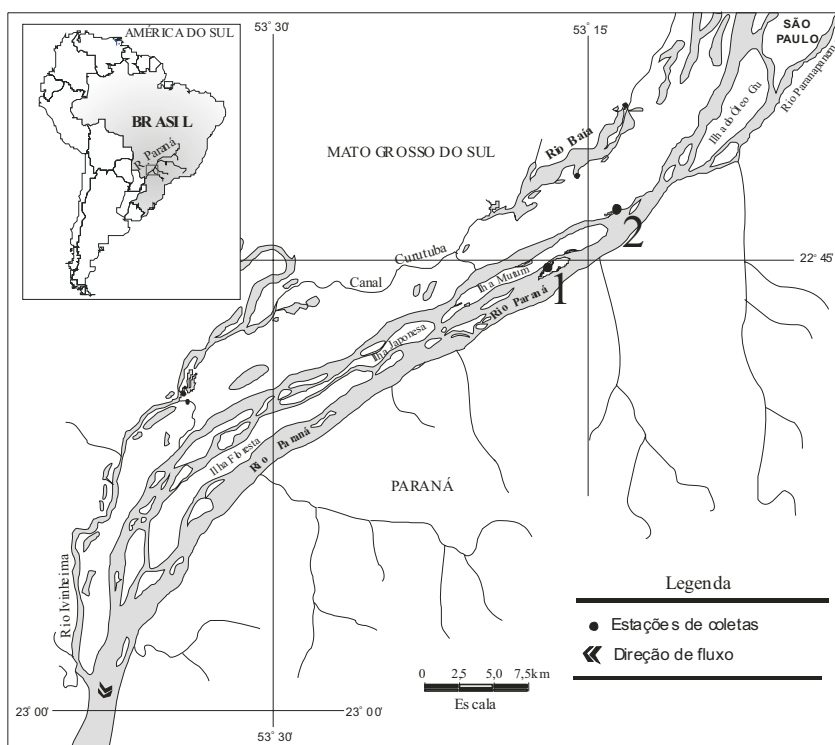


Figura 1. Área de estudo com localização das estações de coleta na planície de inundação do alto rio Paraná: ressaco do Leopoldo (1) e lagoa das Garças (2).

O ressaco do Leopoldo está localizado na ilha de Porto Rico (Estado do Paraná) e apresenta características hidrodinâmicas de uma lagoa aberta, com uma conexão permanente com o rio Paraná. Apresenta profundidade média de 3,1 m (Souza-Filho et al. 2000). A lagoa das Garças está situada na margem direita do rio Paraná (Estado do Mato Grosso do Sul), próximo a ilha Porto Rico, apresenta comunicação permanente com o mesmo e possui profundidade média de 2,0 m (Souza-Filho et al. 2000). A despeito das flutuações sazonais no nível da água (c. 2,0 m por ano), esses ambientes nunca secam completamente e são permanentemente colonizados por cerca de 20 espécies de macrófitas aquáticas com uma gama de características morfológicas e diferentes complexidades (Bini et al. 2001).

Amostragem no campo

Foram selecionadas cinco espécies de macrófitas dominantes na zona litorânea, em cada ambiente, que por sua vez representam as macrófitas aquáticas mais importantes, em termos de frequência, dos ambientes lênticos da planície de inundação do alto rio Paraná. Essas espécies exibem diferentes arquiteturas e, assim, possibilitaram obter uma vasta gama de complexidade de hábitat. As amostragens foram conduzidas no período de limnofase, em outubro de 2003.

Amostras de *Cabomba furcata* Schult. & Schult. f., *Egeria najas* Planch. e *Najas microcarpa* K. Schum. (submersas enraizadas), *Nymphaea amazonum* Mart. & Zucc. (enraizadas com folhas emergentes), além de *Utricularia foliosa* L. (submersa livre) foram obtidas com caixa de acrílico do tipo Gerking modificada (05 litros) (Gerking 1957), próximo à superfície, objetivando amostrar os 30 cm apicais.

Dependendo da densidade das espécies de macrófitas no ambiente foi amostrado mais de um banco, sendo no total, obtidas quatro amostras de cada espécie, independente do ambiente (21 amostras no total). Para reduzir a variação causada pela idade da planta, todas as amostras foram coletadas em profundidades variando de 1,5 a 2,0 m, na borda dos bancos, evitando espécimes aparentemente jovens ou senescentes.

As estruturas vegetais foram lavadas e o conteúdo desprendido foi filtrado em rede de plâncton com 68 µm de abertura de malha, concentrada em amostras com volume de 80 ml, fixadas em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio. Após a separação dos organismos perifíticos, as amostras vegetais foram colocadas em estufas para secarem por 72

h a 105 °C e então foram pesadas. A biomassa das macrófitas (gMS^{-1}) foi considerada para a estimativa da abundância dos organismos.

Análise em laboratório

A composição dos organismos perifíticos foi avaliada a partir de contagem em câmaras de Sedgwick-Rafter utilizando microscópio óptico. Para estimar a abundância foram analisadas três sub-amostras obtidas com pipeta do tipo Hensen-Stempel (2 ml). Visando estabilizar a curva de incremento de espécies, após estimar a abundância, as amostras eram triadas até se considerar que todos os táxons contidos na amostra haviam sido registrados ao menos uma vez. A abundância final dos organismos foi expressa em ind.gMS^{-1} . Para identificação dos táxons foi utilizada a seguinte bibliografia: Deflandre (1928, 1929), Gauthier-Lièvre & Thomas (1958, 1960), Dioni (1970), Vucetich (1973), Paggi (1973, 1979, 1995), Smirnov (1974, 1992), Koste (1978), Ogden e Hedley (1980), Ogden (1983), Reid (1985), Ogden & Meisterfeld (1989), Santos-Silva et al. (1989), Korovchinsky (1992), Shiel & Koste (1992), Segers (1995, 2002), Nogrady et al. (1995), Velho & Lansac-Tôha (1996), Velho et al. (1996), Elmoor-Loureiro (1997), Smet & Pourriot (1997) e Lansac-Tôha et al. (2002).

Complexidade das macrófitas

Complexidade diz respeito a características em pequena escala de um hábitat como tamanho, forma, textura superficial e grau de angulosidade de um substrato em relação aos espaços vazios entre os substratos (Gee & Warwick 1994). Na prática é impossível desenvolver um método que logre contemplar todas estas características. Sendo assim, no presente estudo as espécies de macrófitas foram visualmente ordenadas, considerando estas características e o potencial efeito sobre os organismos perifíticos. *Nymphaea amazonum* foi considerada a menos complexa. Entre as demais macrófitas, a presença de numerosas folhas, aumenta consideravelmente a complexidade. Como *Egeria najas* e *Najas microcarpa* possuem folhas mais espaçadas e mais largas, consideramos estas menos complexas que *Cabomba furcata* e *Utricularia foliosa*, uma vez que estas últimas possuem folhas mais intrincadas e em maior

número, criando uma quantidade maior de interstícios que podem ser utilizados pelos organismos perifíticos. *N. microcarpa* foi considerada mais complexa que *E. najas*, e *C. furcata* menos complexa que *U. foliosa*. Assim, seguindo a ordenação da menos complexa para a mais complexa estruturalmente, temos: *Nymphaea amazonum* < *Egeria najas* < *Najas microcarpa* < *Cabomba furcata* < *Utricularia foliosa*.

Análise dos dados

A diversidade de espécies (H') dos organismos perifíticos foi estimada através do índice de Shannon, o qual é descrito pela expressão $-\sum (ni/N) * \log_n (ni/N)$, onde ni é o número de indivíduos na i -ésima espécie e N , o número total de indivíduos.

Devido a discrepâncias nos valores de abundância dos organismos perifíticos, recorreu-se ao método de rarefação de espécies para comparar a riqueza de espécies entre as amostras de macrófitas retirando o efeito da abundância. Isto é possível devido a padronização do número de indivíduos nas amostras. Esta técnica foi utilizada para os organismos perifíticos juntos e também para cada grupo. Os valores para a curva de rarefação, bem como do índice de diversidade de Shannon H' , foram gerados no PAST que é um programa livre, disponível no site <http://folk.uio.no/ohammer/past> (Hammer et al. 2008). Os gráficos desses valores foram elaborados no pacote estatístico STATISTIC 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

A relação entre a diversidade de espécies (total e de cada grupo) e a complexidade estrutural das macrófitas foi analisada através da correlação de Spearman (R_s), considerando correlações significativas aquelas com $p < 0,05$. Essas análises foram realizadas com auxílio do pacote estatístico STATISTIC 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

Resultados

Foram registrados 237 táxons, sendo 102 táxons de amebas testáceas, 97 de rotíferos, 34 de cladóceros e 4 de copépodes. Os táxons estiveram distribuídos em 32 famílias (6 famílias de amebas testáceas, 19 de rotíferos, 6 de cladóceros e 1 de copépodes) e 57 gêneros (9 de amebas testáceas, 32 de rotíferos, 14 de cladóceros e 2 de copépodes).

Os pecíolos de *Nymphaea amazonum* apresentaram o menor número de táxons (66 táxons), seguidos por *Egeria najas* (107 táxons), *Najas microcarpa* (121 táxons), *Cabomba furcata* (131 táxons) e *Utricularia foliosa* (148 táxons). Os cladóceros e copépodes foram analisados juntos (microcrustáceos) devido à baixa representatividade destes últimos nas amostras (Tabela 1).

O número de táxons observado em cada espécie de macrófita variou entre os níveis de complexidade, sendo que no geral, valores maiores foram registrados em macrófitas mais complexas. As amebas testáceas apresentaram os maiores valores, exceto em *Utricularia foliosa*, onde os rotíferos se destacaram, atingindo o maior valor desse atributo. Os microcrustáceos apresentaram os menores valores de riqueza de espécies em todas as macrófitas. Além disso, observa-se uma tendência menos direta do que o observado para os outros grupos, entre o aumento da complexidade das macrófitas e o incremento nos valores de riqueza (Figura 2 e Tabela 1).

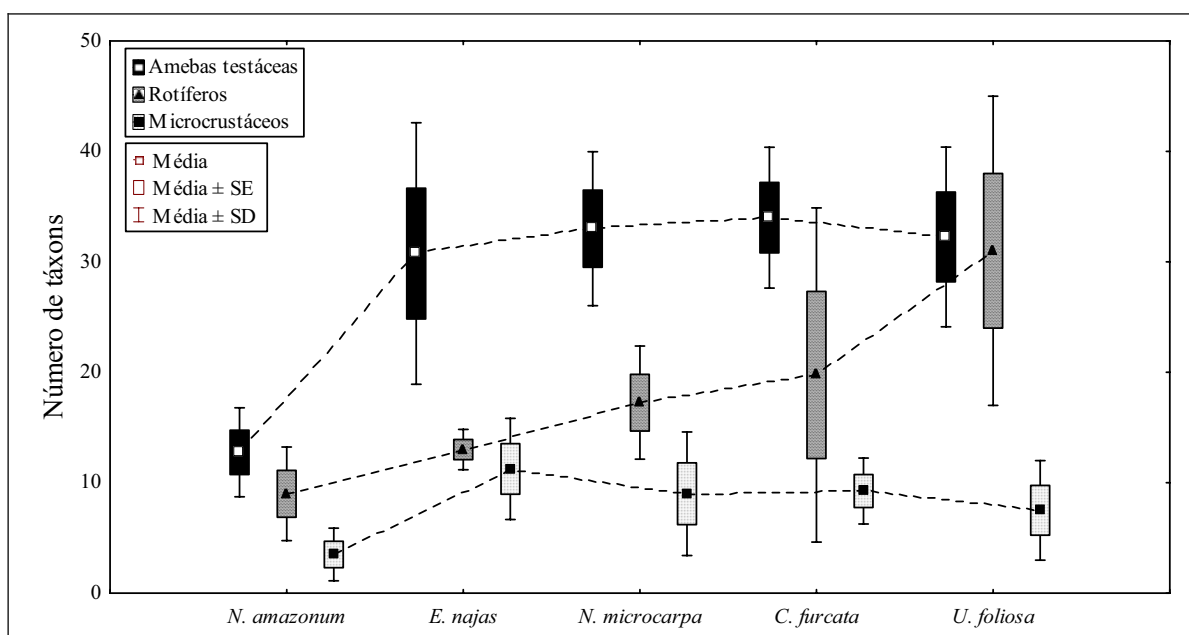


Figura 2 – Número de táxons dos organismos perifíticos registrados em cada espécie de macrófita.

Tabela 1 – Valores de riqueza de táxons e abundância dos organismos pertencentes aos diferentes grupos associados às cinco espécies de macrófitas em dois ambientes da planície de inundação ao alto rio Paraná, em outubro de 2003 (n = número de amostras analisadas, min = valor mínimo e máx = valor máximo).

	<i>Nymphaea amazonum</i> (n = 4)			<i>Najas microcarpa</i> (n = 4)			<i>Utricularia foliosa</i> (n = 4)		
Riqueza de táxons	média	min	máx	média	min	máx	média	min	máx
Amebas testáceas	12	7	16	33	27	43	32	25	43
Rotíferos	9	5	14	17	12	23	31	14	46
Microcrustáceos	4	0	5	9	4	17	8	2	13
Abundância dos organismos (ind gMS⁻¹)	média	min	máx	média	min	máx	média	min	máx
Amebas testáceas	377	38	570	1532	749	2477	3321	567	10996
Rotíferos	94	20	174	529	334	976	3058	362	5181
Microcrustáceos	56	2	132	175	28	251	527	37	1789
	<i>Egeria najas</i> (n = 4)			<i>Cabomba furcata</i> (n = 4)					
Riqueza de táxons	média	min	máx	média	min	máx			
Amebas testáceas	31	23	48	34	28	40			
Rotíferos	13	11	15	20	6	41			
Microcrustáceos	11	8	18	9	6	13			
Abundância dos organismos (ind gMS⁻¹)	média	min	máx	média	min	máx			
Amebas testáceas	5247	1037	13137	6112	4717	8167			
Rotíferos	1130	421	2620	1612	215	3498			
Microcrustáceos	904	239	2394	1046	538	1560			

Assim como observado para os valores de riqueza de espécies, as amebas testáceas foram mais abundantes em todas as macrófitas, exceto em *Utricularia foliosa*, onde os rotíferos foram mais abundantes. Este grupo foi o único com nítida distinção entre os valores de abundância nas macrófitas menos complexas e aquelas mais complexas. Os microcrustáceos apresentaram os menores valores em todas as macrófitas (Figura 3).

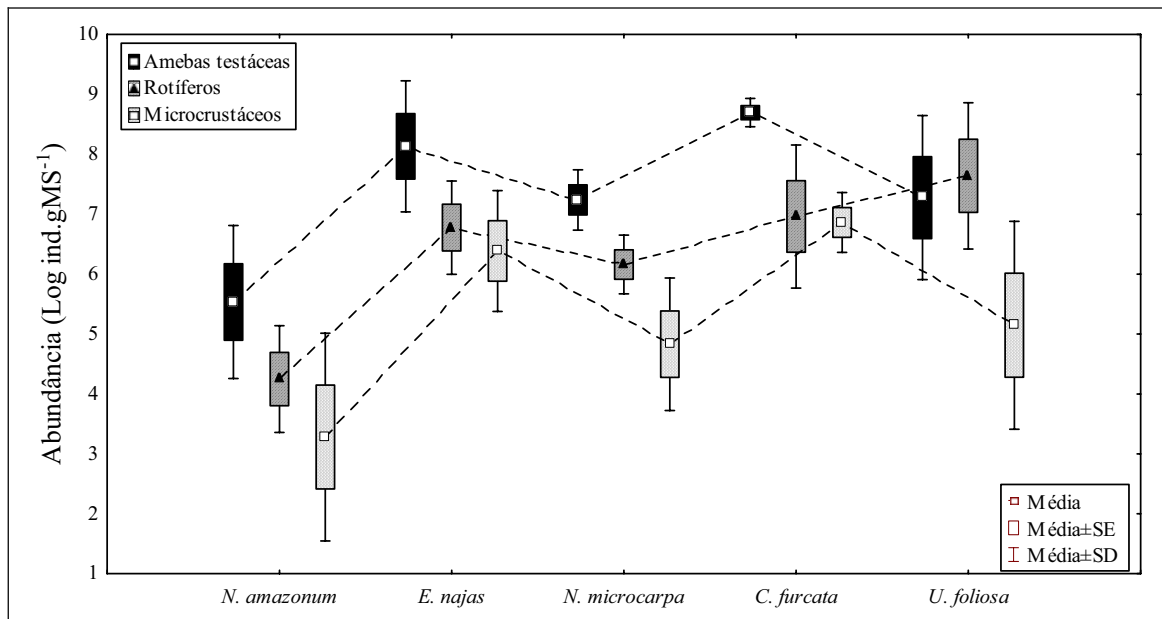


Figura 3 – Abundância dos organismos perifíticos registrados em cada espécie de macrófita.

Retirando o efeito da abundância, as curvas de rarefação mostraram a mesma tendência de incremento da riqueza com o aumento da complexidade estrutural das macrófitas, sendo essa tendência observada principalmente para as amebas testáceas e rotíferos. As amebas testáceas apresentaram um nítido padrão de incremento de riqueza de espécies de acordo com a categorização de complexidade das macrófitas proposta e os rotíferos apresentam uma distinção maior entre macrófitas com complexidade intermediária e àquelas mais complexas. Os microcrustáceos não apresentaram distinção entre as macrófitas com grau intermediário e alto de complexidade, sendo que o maior incremento no número de espécies foi observado em *Egeria najas* (grau intermediário de complexidade) (Figura 4).

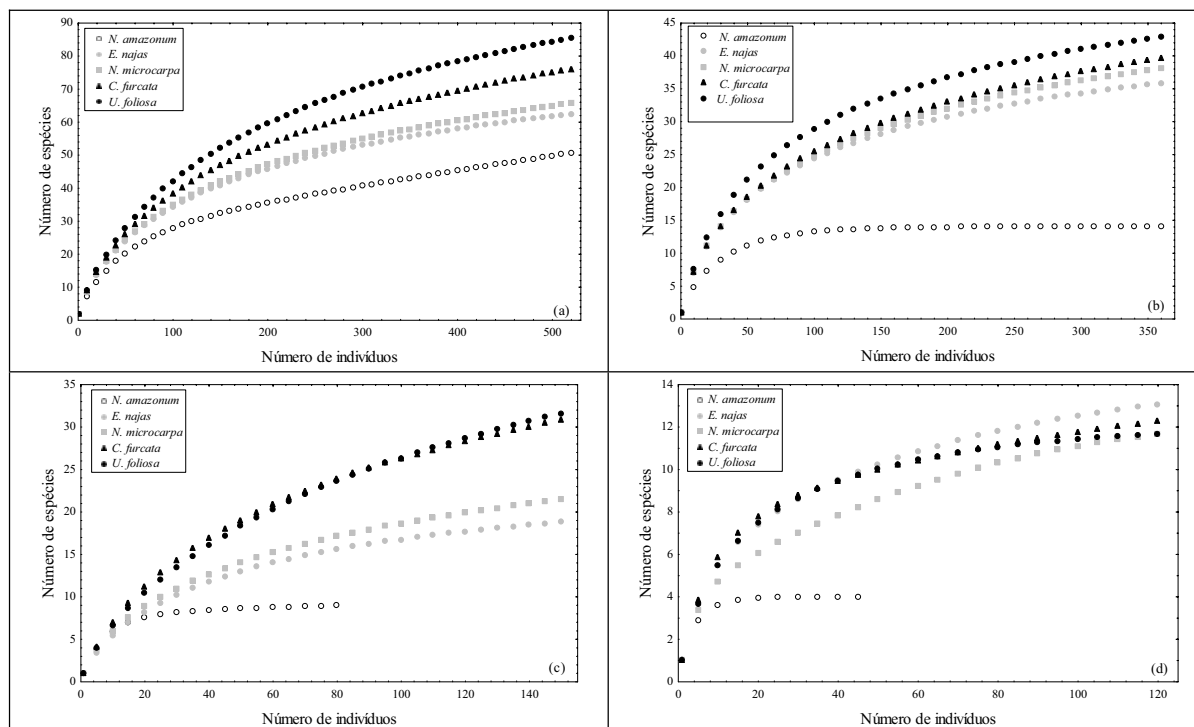


Figura 4 – Curvas de rarefação das espécies periféricas associadas às cinco espécies de macrófitas (a. todos os grupos; b. amebas testáceas; c. rotíferos e d. microcrustáceos).

Os resultados da análise de correlação de Spearman (R_s) entre a diversidade total de espécies, amebas testáceas e rotíferos mostram correlações significativas ($p < 0,05$) com a complexidade das macrófitas, principalmente a diversidade específica destes dois grupos ($R_s > 0,60$). Por outro lado, foi constatada ausência de correlação entre a diversidade de espécies de microcrustáceos e a complexidade das macrófitas ($p > 0,05$) (Figura 5).

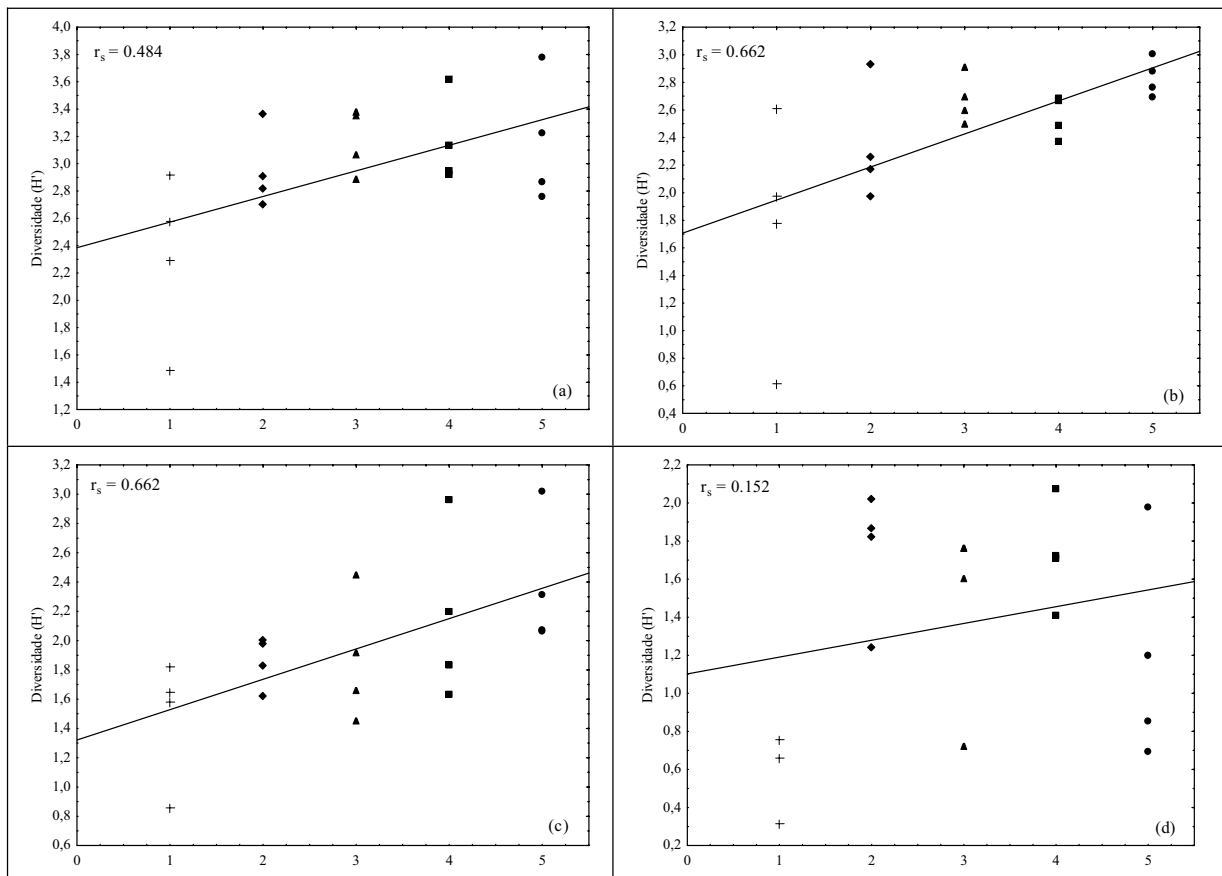


Figura 5 – Correlação entre a diversidade de espécies (índice de Shannon) e a ordenação das macrófitas em escala crescente de complexidade estrutural (1, *Nymphaea amazonum*; 2, *Egeria najas*; 3, *Najas microcarpa*; 4, *Cabomba furcata*; 5, *Utricularia foliosa*) (a, todos os grupos; b, amebas testáceas; c, rotíferos e d, microcrustáceos).

Discussão

A hipótese inicial da relação positiva entre aumento na complexidade das macrófitas e conseqüente aumento dos diferentes atributos das assembléias (amebas testáceas, rotíferos e microcrustáceos) foi corroborada, com exceção da riqueza e diversidade de espécies de microcrustáceos. Assim, a categorização das macrófitas quanto à complexidade pode não ser igualmente adequada para todas as espécies perifíticas, visto que apenas os organismos de menor tamanho (amebas testáceas e rotíferos), corroboraram a hipótese proposta. Por outro lado, os microcrustáceos, por serem maiores, podem apresentar limitações na utilização do hábitat proporcionado pelas macrófitas mais complexas, preferindo aquelas com grau intermediário de complexidade, onde podem efetivamente utilizar o substrato disponível (colonização, alimentação e refúgio).

Quanto mais complexo for um substrato, quanto mais convoluto, maior será a abundância dos organismos de pequeno porte. Isto é devido não só à maior quantidade de espaço disponível para organismos menores, mas também ao fato de que, em um substrato complexo, alguns refúgios estarão disponíveis apenas para organismos de pequeno porte (Barreto 1999).

Apesar de no presente estudo não terem sido realizadas medidas do corpo dos organismos, Viera et al. (2007) registraram tamanhos médios de 106 μm para as amebas testáceas, 121 μm para os rotíferos e 360 μm para os microcrustáceos, em experimentos com assembléias perifíticas. Além disso, estes autores constataram que tanto a riqueza de espécies como a abundância dos rotíferos e todos os organismos com tamanho corpóreo menor que 100 μm , foram significativamente maiores nos habitats mais complexos, indicando que o efeito da complexidade do hábitat é dependente do tamanho dos organismos. Isto pode explicar a ausência de correlação entre a diversidade de espécies de microcrustáceos e a complexidade das macrófitas nos ambientes estudados, além do resultado da curva de rarefação que apresentou maior riqueza de espécies de microcrustáceos em *Egeria najas*.

Cada espécie de macrófita tem suas particularidades no que diz respeito a sua estrutura espacial, apresentando diferenças em seu comprimento, largura e área superficial e, assim, as assembléias associadas a esses vegetais refletem a morfologia do hábitat proporcionado pela planta (Kuczynska-Kippen & Nagengast 2006). De acordo com Taniguchi & Tokeshi (2004), provavelmente o efeito da complexidade do hábitat sobre a composição das espécies é mediado principalmente por controle da distribuição do tamanho corporal desses organismos. Estes autores sugerem que o tamanho dos interstícios pode permitir ou impedir sua utilização como hábitat por organismos de diferentes tamanhos.

Assim, o fato da hipótese ter sido corroborada para as amebas testáceas e rotíferos, e refutada para os microcrustáceos, está relacionado ao tamanho corporal dos grupos estudados. Portanto a medida da complexidade estrutural é dependente da escala de observação (Wiens 1989, Attrill et al. 2000, Dibble et al. 2006) e de acordo com Dibble et al. (2006), a complexidade espacial muda diferentemente através de diferentes escalas em distintas espécies de macrófitas.

A história de vida dos organismos pode também ajudar a explicar os resultados obtidos. O fato das amebas testáceas serem, em geral, mais dependentes de um substrato do que os rotíferos e microcrustáceos, pode estar relacionado a melhor resposta desse grupo quanto ao incremento na complexidade das macrófitas e conseqüente aumento na riqueza e diversidade de espécies. No

entanto este grupo apresentou valores de riqueza menores que os de rotíferos na macrófita mais complexa (*Utricularia foliosa*). Isto pode ser explicado pelo fato de rotíferos se deslocarem mais ativamente do que as amebas testáceas, além de, em geral, apresentarem morfologia mais fusiforme do que as carapaças desses protozoários. Apesar de serem, em geral, menores que os rotíferos, as amebas testáceas utilizam uma área maior para adesão uma vez que o diâmetro da teca é maior que o espaço utilizado pelos rotíferos para se prenderem ao substrato (aderindo-se através de estruturas fixadoras, como pés e dedos adesivos, e.g. *Trichocerca* sp., *Notommata* sp., *Cephalodella* sp., *Lecane* sp.). Além disso, o deslocamento entre as algas epifíticas (e.g. filamentosas e arborescentes) para os rotíferos é mais fácil do que para as amebas testáceas devido a rigidez de suas carapaças.

Desta forma, pode-se afirmar que a heterogeneidade de habitats proporcionada pela complexidade de diferentes espécies de macrófitas permite a coexistência de comunidades com elevada diversidade. Isto faz com que as macrófitas aquáticas sejam um dos mais importantes componentes intervenientes na distribuição espacial de amebas testáceas, rotíferos e microcrustáceos em ambientes aquáticos continentais, uma vez que sua presença aumenta a disponibilidade de microhabitats (Dabés & Velho 2001, Lansac-Tôha et al. 2003, Lima et al. 2003).

Além da morfologia da planta, muitos outros fatores intervenientes na composição dos organismos perifíticos podem agir de maneira diferenciada em função da espécie de macrófita. Entre eles, a textura superficial, a disposição da macrófita, seu padrão ondulatório de movimento, seu posicionamento na corrente de água, as taxas de crescimento foliar e senescência, liberação de substâncias alelopáticas ou outras substâncias químicas, sua biomassa, a capacidade de retenção de matéria orgânica particulada, a colonização pelo perifíton e a forma de vida predominante entre os invertebrados associados, bem como sua mobilidade, taxas de predação e sazonalidade (Taniguchi et al. 2003, Poi de Neiff & Neiff 2006, Ali et al. 2007).

Alguns autores têm sugerido que a baixa abundância de organismos associados à macrófitas emergentes está relacionada ao menor desenvolvimento de algas devido ao sombreamento pelas folhas emergentes (e.g. Cattaneo et al. 1998, Duggan et al. 2001). Isto pode ter contribuído para os menores valores de abundância registrados em *Nymphaea amazonum*. Por outro lado, plantas submersas disponibilizam um substrato iluminado na coluna de água,

aumentando significativamente o desenvolvimento de algas (Cataneo et al. 1998) e conseqüentemente, a abundância de organismos heterotróficos.

Além disso, de acordo com Díaz-Olarte et al. (2007) há indícios de que *Utricularia* pode utilizar uma ou mais estratégias de atração química para atrair presas, ainda que isto não tenha sido demonstrado adequadamente até então. Estas plantas podem capturar diferentes organismos através de estruturas denominadas utrículos. Os organismos capturados são utilizados como uma via suplementar de nutrientes, particularmente em ambientes com escassez de nutrientes inorgânicos (Ezquinazi-Sant'Anna et al. 2002). Estes autores encontraram microalgas e alguns espécimes zooplânctônicos no interior dos utrículos, no entanto, estes últimos apresentaram densidades inferiores a 5%, tendo sido registrada a ocorrência de protozoários (*Diffugia* sp.), rotíferos (*Euchlanis* sp., *Keratella* sp., *Lecane* spp e *Ptygura* sp), cladóceros (Chydoridae, Macrothricidae) e copépodes (Cyclopoida e Calanoida, representados pelas formas naupliares e adultos).

Difícilmente será proposta uma classificação absoluta de espécies de macrófitas de acordo com sua complexidade espacial uma vez que diferentes medidas de complexidade podem ser utilizadas e diversas plantas são comparadas em diferentes estudos (Hansen 2007). Vários termos têm sido utilizados para se referir à complexidade estrutural, mas mesmo quando o mesmo elemento da estrutura de um hábitat é definido e estudado, há pouca uniformidade nestas medições. Esta limitação na comensurabilidade do quão complexo é uma estrutura, faz com que seja difícil interpretar os resultados de estudos anteriores e utilizá-los para desenvolver novas hipóteses sobre os efeitos da estrutura do hábitat sobre as espécies (Beck 1998).

Apesar de a utilização de índices não impedir considerações a cerca de outros mecanismos relacionados às respostas subjacentes dos organismos a estruturação do hábitat (Beck 1998) é inegável a perda de informação que se tem quando essa complexidade é reduzida a um único valor (Simberloff et al. 1987). Embora o método utilizado no presente estudo para categorizar a complexidade estrutural das macrófitas seja subjetivo, outros métodos podem ser demasiadamente arbitrários e incapazes de captar informações necessárias para quantificar a complexidade de um determinado hábitat.

A resposta diferenciada dos grupos perifíticos ao grau de complexidade das macrófitas, encontrada neste trabalho, permite concluir que não só a complexidade do substrato, mas também a heterogeneidade de hábitat são de suma importância para a manutenção de uma alta diversidade

de organismos nos ambientes aquáticos. Considerando a heterogeneidade como a soma de todos os diferentes graus de complexidade existentes em um dado ambiente, pode-se inferir que a presença de substratos com alto grau de complexidade e outros menos complexos, seria mais favorável a uma elevada diversidade do que um ambiente apenas com estruturas altamente complexas. No primeiro caso hipotético, seria possível a coexistência de organismos abrangendo várias classes de tamanho.

Referências

Agostinho AA, Thomaz SM, Minte-Vera CV, Winemiller KO (2000) Biodiversity in the high Paraná river floodplain. In: Gopal B, Junk WJ, Davis JA (ed) Biodiversity in wetlands: Assessment, function and conservation. Brackhuys publishers, Leiden, pp 89-118.

Agostinho AA, Thomaz SM, Gomes LC, Baltar SLSM (2007) Influence of the macrophyte *Eichhornia azurea* on fish assemblage of the Upper Paraná River floodplain (Brazil). *Aquat Ecol* 41:611-619

Ali MM, Mageed AA, Heikal M (2007) Importance of aquatic macrophyte for invertebrate diversity in large subtropical reservoir. *Limnologica* 37:155-169

Attrill MJ, Strong JA, Rowden AA (2000) Are macroinvertebrate communities influenced by seagrass structural complexity? *Ecography* 23:114-121

Barreto CC (1999) Heterogeneidade espacial do habitat e diversidade específica: implicações ecológicas e métodos de mensuração. In: Silva SHG, Lavrado HP (Eds) Ecologia dos ambientes costeiros do Estado do Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, pp. 121-153

Beck MW (1998) Comparison of the measurement and effects of habitat structure on gastropods in rocky intertidal and mangrove habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 169: 165-178

Bell SS, McCoy ED, Mushinsky HR (1991) *Habitat Structure: the Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman & Hall, London, pp. 438

Bini LM, Thomaz SM, Souza DC (2001) Species richness and β -diversity of aquatic macrophytes in Upper Paraná River floodplain. *Arch Hydrobiol* 151:511-525

Cattaneo A, Galanti G, Gentinetta S, Romo S (1998) Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. *Freshw Biol* 39:725-740

Chambers PA, Lacoul P, Murphy KJ, Thomaz SM (2008) Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia* 595:9-26

Dabés MBGS, Velho LFM (2001) Testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) associated to littoral aquatic macrophytes in a marginal lake of the São Francisco river, MG, Brazil. *Acta Scientiarum, Maringá*, 23:299-304

Deflandre G (1928) Le genre *Arcella* Ehrenberg. *Arch Protistenkd* 64:152-287

Deflandre G (1929) Le genre *Centropyxis* Stein. *Arch Protistenkd* 67:322-375

Díaz-Olarte J, Valoyes-Valois V, Guisande C, Torres NN, González-Bermúdez A, Sanabria-Aranda L, Hernández AMM, Duque SR, Marciales LJ, Nuñez-Avellaneda M (2007) Periphyton and phytoplankton associated with the tropical carnivorous plant *Utricularia foliosa*. *Aquatic Botany* 87:285-291

Dibble ED, Thomaz SM (2006) A simple method to estimate spatial complexity in aquatic plants. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49:421-428

Dibble ED, Thomaz SM, Padoal AA (2006) Different Spatial-complexity Measured at a Multi-scale among Three Aquatic Plant Species. *J Freshw Ecol* 21:239-247

Dioni W (1970) Taxocenosis de tecamebianos en cuencas isleñas del Parana médio. I. Los tecamebianos de la vegetación flotante en el madrejón Don Felipe. *Acta Zool Lilloana* 27:200-239

Duggan IC, Green JD, Thompson K, Shiel RJ (2001) The influence of macrophytes on the spatial distribution of littoral rotifers. *Freshw Biol* 46:777-786

Elmoor-Loureiro LMA (1997) Manual de identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil. Editora Universa, Brasília

Eskinazi-Sant'Anna EM, Maia-Barbosa PM, Braz SA, Faria VR, Barbosa FAR (2002) Conteúdo alimentar em macrófitas aquáticas carnívoras: *Utricularia foliosa* L. e *U. hydrocarpa* Vahl. (Tubiflorae, Lentibulariaceae). *Acta Scientiarum* 24, 297-301.

Gauthier-Lièvre L, Thomas R (1958) Les genres *Diffflugia*, *Pentagonia*, *Maghrebica* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes Testacés) en Afrique. *Arch. Protistenkd* 103: 1-370

Gauthier-Lièvre L, Thomas R (1960) Le genre *Cucurbitella* Pénard. *Arch. Protistenkd* 104: 569-602

Gee JM, Warwick RM (1994) Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. *Mar Ecol Prog Ser* 103:141-150

Gerking SD (1957) A method of sampling the littoral macrofauna and its application. *Ecology* 38:219-225

Halley JM, Hartley S, Kallimanis AS, Kunin WE, Lennon JJ, Sgardelis SP (2004) Uses and abuses of fractal methodology in ecology. *Ecology Letters* 7:254-271

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2003) Past – Palaentological Statistics, ver. 1.79. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 07.03.2008.

Hansen J (2007) The role of submersed angiosperms and charophytes for aquatic fauna communities. In: Kautsky L, Wikström S (Eds) Plants and Ecology. Stockholm, Solna Printcenter

Junk W J (2000) Mechanisms for development and maintenance of biodiversity in neotropical floodplains. Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation. B. Gopal, W. J. Junk and J. A. Davis. Leiden, Backhuys Publishers 1: 119-139

Korovchinsky NM (1992) Sididae e Holopedidae (Crustacea: Daphniformes). SPB Academics, The Hague, The Netherlands. (Guides to the identification of the microinvertebrate of the continental water of the world, v.3).

Koste W (1978) Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Bestimmungswerk begründet von Max Voigt. Monogononta. Berlin: Gebruder Borntraeger, Vol. I (673p.) e II (474p.) (Borntraeger, Stuttgart).

Koste W, Shiel RJ (1991) Rotifera from Australian inland waters. VII. Notommatidae (Rotifera: Monogononta). Trans R Soc S Aust 115:111-159

Kuczynska-Kippen N (2007) Habitat choice in rotífera communities of three shallow lakes: impact of macrophyte substratum and season. Hydrobiologia, 593:27-37

Lansac-Tôha FA, Velho LFM, Bonecker CC (2003) Influência de macrófitas aquáticas sobre a estrutura da comunidade planctônica. In: Thomaz SM, Bini LM (eds) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: EDUEM, pp. 231-242

Lima AF, Lansac-Tôha FA, Velho LFM, Bini LM, Takeda AM (2003) Composition and abundance of Cladocera (Crustacea) assemblages associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunt stands in the Upper Paraná River floodplain. Acta Scientiarum, Maringá, 25: 41-48

McAbendroth L, Ramsay PM, Foggo A, Rundle SD, Bilton DT (2005) Does macrophyte fractal complexity drive invertebrate diversity, biomass and body size distributions? Oikos 111:279-290

Meerhoff M, Mazzeo N, Moss B, Rodríguez-Gallego L (2003) The structuring role of free-floating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. Aquat Ecol 37: 377–391

Neiff JJ (1990) Ideas para la interpretacion ecológica del Paraná. Interciencia 15:424-441

Neiff JJ (2001) Diversity in some tropical wetland systems of South América. In: Gopal B, Junk WJ, Davis JA (eds) Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Backhuys Publishers, Leiden, pp.157-186

Nogrady T, Pourriot R, Segers H (1995) Rotifera 3: The Notommatidae and The Scaridiidae. In: Nogrady T, Dumont HJ (eds), Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 8. SPB Academic, The Hague

Ogden CG, Hedley RH (1980) An atlas of freshwater testate amoebae. Oxford University Press, London

Ogden CG (1983) Observations on the systematic of the genus *Diffugia* in Britain. Bull Br Mus Nat Hist 44:1-73

Ogden CG, Meisterfeld, R (1989) The taxonomy and systematic of some species of *Cucurbitella*, *Diffugia* and *Netzelia* (Protozoa, Rhizopoda); with an evaluation of diagnostic characters. Europ J Protistol 25:109-128

Paggi JC (1973) Acerca de algunas especies de la familia Moinidae (Crustacea, Cladocera) de la República Argentina. Physis 32:269-277

Paggi JC (1979) Revision de las especies argentinas del genero *Bosmina* Baird agrupadas en el subgenero Neobosmina Liber (Crustacea, Cladocera). Acta Zool Lilloana 35:137-162

Paggi JC (1995) Crustacea Cladocera. In: Lopretto EC, Tell G (eds) Ecosistemas de aguas continentales: metodologias para su estudio. Ediciones Sur, La Plata, pp 909-951

Poi de Neiff A, Neiff JJ (2006) Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de La planicie de inundación del rio Paraná (Argentina). Interciencia 31:220-225

Reid JW (1985) Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Bolm Zool 9:17-143

Santos-Silva EM, Robertson BA, Reid JLW, Hardy ER (1989) Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea), da Amazônia brasileira. Represa de Curuá-Una, Pará. Rev Bras Zool 6:725-758

Segers H (1995) Rotifera. Vol. 2: The Lecanidae (Monogononta). Acad Publ, The Hague, 1-226

Segers H (2002) The nomenclature of the Rotifera: annotated checklist of valid family- and genus-group names. J Nat Hist 36:631-640

Shiel RJ, Koste W (1992) Rotifera from Australian inland waters VIII. Trichocercidae (Monogononta). Translations of the Royal Society of S. Aust. 116:1-27

Simberloff D, Berthet P, Boy V, Cousins SH, Fortin MJ, Goldberg R, Lefkovitch LP, Ripley B, Scherrer B, Tonkyn D (1987) Novel statistical analyses in terrestrial animal ecology: dirty data and clean questions. In: Legendre P, Legendre L (eds) Developments in numerical ecology. Springer-Verlag. Berlin, p 559-572

Smet WH, Pourriot R (1997) Rotifera. v.2: The Dicranophoridae and The Ituridae (Monogononta). (Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPC Academics, The Hague

Smirnov NN (1974) Fauna of the U.S.S.R. Crustacea: Chydoridae. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations 1:1-644 (translated from Russian).

Smirnov NN (1992) The Macrothricidae of the world. The Hague: The Netherlands: SPB Academics. (Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world; v. 1).

Souza-Filho E, Comunello E, Petry AC, Russo MR, Medeiros dos Santos A, Rocha RRA, Leimig RA (2000) Descrição dos locais de amostragem. In: Agostinho AA, Nakatani K, Antonio RR, Zavadski FC, Thomaz SM, Júlio HF Jr, Luz KDG, Pereira JLL (eds) Área de pesquisas ecológicas de longa duração; Programa PELD/CNPq. Relatório Técnico 2000. A planície de inundação do alto rio Paraná. Maringá: EDUEM: NUPÉLIA.

StatSoft, Inc. (2005) STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

Taniguchi H, Nakano S, Tokeshi M (2003) Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. *Freshw Biol* 48:718-728

Taniguchi H, Tokeshi M (2004) Effects of habitat complexity on benthic assemblages in a variable environment. *Freshw Biol* 49:1164-1178

Thomaz SM, Pagioro T, Padial A, Carvalho P (2003) Decomposição das macrófitas aquáticas e sua relação com o pulso de inundação In: Henry R (ed.) Ecotones nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. USP, Botucatu, pp. 195-211

Thomaz SM, Bini LM, Bozelli RL (2007) Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia* 579:1-13

Thomaz SM, Dibble ED, Evangelista LR, Higuti J, Bini LM (2008) Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. *Freshw Biol* 53:358-367

Velho LFM, Lansac-Tôha FA (1996) Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the right Paraná river floodplain, state of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family Diffflugidae. *Stud Neotrop Fauna Environ* 31:179-192

Velho LFM, Lansac-Tôha FA, Serafim, M.Jr (1996) Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the right Paraná river floodplain, state of Mato Grosso do Sul, Brazil: I. Families Arcellidae and Centropyxidae. *Stud Neotrop Fauna Environ* 31:35-50

Vieira LCG, Bini LM, Velho, LFM, Mazão GR (2007) Influence of spatial complexity on the density and diversity of periphytic rotifers, microcrustaceans and testate amoebae. *Archiv für Hydrobiologie* 170/1:77-85

Vucetich MC (1973) Estudio de tecamebianos argentinos, en especial los del dominio pampasico. *Rev Mus La Plata ser Zool* 11:287-332

Ward JC, Tockner K, Schiemer, F (1999) Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research & Management*, Chichester 15(1-3): 125-139

Ward JV, Tockner K, Arscott DB, Claret C (2002) Riverine landscape diversity. *Freshw Biol* 47:517–539

Wiens JA (1989) Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3:385-397

Anexo 1 – Ocorrência dos táxons de amebas testáceas, rotíferos, cladóceros e copépodes associados as seis espécies de macrófitas (*Nymphaea amazonum*, *Egeria najas*, *Najas microcarpa*, *Cabomba furcata*, *Utricularia foliosa*), em dois ambientes da planície de inundação ao alto rio Paraná, em 2003.

Táxon/Espécie de macrófita	<i>N. amazonum</i>	<i>E. najas</i>	<i>N. microcarpa</i>	<i>C. furcata</i>	<i>U. foliosa</i>
AMEBAS TESTÁCEAS					
ARCELLIDAE					
<i>Arcella arenaria</i> Greeff, 1866	-	-	+	-	-
<i>Arcella cf arenaria compressa</i> Chardez	-	-	-	-	+
<i>Arcella brasiliensis</i> Cunha, 1913	-	-	-	-	+
<i>Arcella conica</i> (Playfair, 1917)	+	+	+	+	+
<i>Arcella costata</i> Ehrenberg, 1847	+	+	+	+	+
<i>Arcella discoides</i> Ehrenberg, 1843	+	+	+	+	+
<i>Arcella discoides pseudovulgaris arcuata</i> Deflandre, 1928	+	-	-	+	+
<i>Arcella discoides scutelliformis</i> Playfair, 1918	-	-	+	-	-
<i>Arcella gibbosa</i> Pénard, 1890	-	-	+	+	+
<i>Arcella megastoma</i> Pénard, 1902	+	+	+	+	+
<i>Arcella mitrata</i> Leidy, 1879	-	-	-	+	-
<i>Arcella mitrata spectabilis</i> Deflandre, 1928	-	-	-	+	+
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830	+	-	+	+	+
CENTROPYXIDAE					
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis aerophila</i> Deflandre, 1929	-	+	-	-	-
<i>Centropyxis aerophila sylvatica</i> Deflandre, 1929	-	+	-	-	-
<i>Centropyxis cassis spinifera</i> Deflandre, 1929	-	+	+	+	-
<i>Centropyxis constricta</i> (Ehrenberg, 1841)	-	-	-	-	+

<i>Centropyxis discoides</i> (Pénard, 1890)	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis ecornis</i> (Ehrenberg, 1841)	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis gibba</i> Deflandre, 1929	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis hirsuta</i> Deflandre, 1929	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis marsupiformes</i> (Wallich, 1864)	-	-	+	-	-
<i>Centropyxis</i> cf. <i>platystoma armata</i> Deflandre, 1929	-	-	-	+	-
<i>Centropyxis spinosa</i> (Cash, 1905)	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis</i> spp	-	+	-	-	+
DIFFLUGIDAE					
<i>Cucurbitella</i> cf. <i>crateriformis</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1960	-	-	-	+	+
<i>Cucurbitella dentata quinquilobata</i> G.L. & Thomas, 1960	-	-	-	-	+
<i>Cucurbitella dentata simplex trilobata</i> G.L. & Thomas, 1960	+	+	+	+	+
<i>Cucurbitella madagascarensis</i> G.L. & Thomas, 1960	-	+	+	+	+
<i>Cucurbitella mespiliformis</i> Pénard, 1902	-	-	+	-	-
<i>Cucurbitella mespiliformis africana</i> G.L. & Thomas, 1958	-	-	-	+	+
<i>Cucurbitella mespiliformis africana trilobata</i> G.L. & Th., 1960	-	+	-	-	-
<i>Cucurbitella</i> cf. <i>modesta</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1960	+	-	-	-	-
<i>Cucurbitella neotropicalis</i> Dioni, 1970	-	+	+	-	-
<i>Cucurbitella</i> cf. <i>obturata</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1960	-	-	-	-	+
<i>Cucurbitella obturata microphyla</i> Dioni, 1970	-	-	-	+	-
<i>Cucurbitella vlasinensis</i> Ogden, 1983	+	-	-	+	+
<i>Cucurbitella</i> spp	-	-	-	-	+
<i>Diffflugia achlora</i> Pénard, 1902	+	+	+	+	+
<i>Diffflugia acuminata</i> Ehrenberg, 1838	-	-	-	+	+

<i>Diffugia angulostoma</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	+	-	-	-
<i>Diffugia</i> cf <i>avellana</i> Penard, 1890	-	+	+	-	-
<i>Diffugia bacillarium</i> Perty, 1849	-	-	-	-	+
<i>Diffugia corona</i> Wallich, 1864	+	+	+	+	+
<i>Diffugia corona ecornis</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	-	-	-	+
<i>Diffugia corona tuberculata</i> Vucetich, 1973	-	-	+	+	+
<i>Diffugia</i> cf <i>decloitrei</i> Pénard, 1890	-	-	-	+	-
<i>Diffugia elegans</i> Pénard, 1890	-	+	+	+	+
<i>Diffugia elegans angustata</i> Deflandre, 1926	-	-	+	-	-
<i>Diffugia</i> cf <i>glans</i> Pénard, 1902	-	-	+	-	-
<i>Diffugia globularis</i> Wallich, 1864	+	+	+	+	-
<i>Diffugia globulosa</i> Dujardin, 1837	-	+	+	-	-
<i>Diffugia gramen</i> Pénard, 1902	+	+	+	+	+
<i>Diffugia gramen globulosa</i> Stepánek & Jiri, 1958	-	-	-	-	+
<i>Diffugia</i> cf <i>hydrostatica</i> Zacharias, 1897	-	-	+	-	+
<i>Diffugia lanceolata</i> Pénard, 1902	-	-	+	-	-
<i>Diffugia levanderi</i> Playfair, 1917	-	+	-	-	-
<i>Diffugia limnetica</i> (Levander, 1900)	+	+	+	-	+
<i>Diffugia lismorensis quinquelobata</i> G.L. & Thomas, 1958	-	-	-	-	+
<i>Diffugia lithophila</i> Pénard, 1902	-	+	+	-	+
<i>Diffugia lobostoma</i> Leidy, 1898	+	+	+	+	+
<i>Diffugia lobostoma cornuta</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	-	+	+	-
<i>Diffugia lobostoma multilobata</i> G.L. & Thomas, 1958	+	+	+	+	+
<i>Diffugia lobostoma tuberosa</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	+	-	-	+

<i>Diffugia cf mica</i> Frenzel, 1897	-	-	-	+	-
<i>Diffugia microclaviformis</i> (Kourov, 1925)	-	-	-	-	+
<i>Diffugia cf minuta</i> Rampi, 1950	-	+	+	-	-
<i>Diffugia cf multidentata</i> Dioni, 1970	-	+	+	+	+
<i>Diffugia muriculata</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	+	+	+	+
<i>Diffugia muriformes</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	+	+	+	+	+
<i>Diffugia nebeloides</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	-	-	+	-
<i>Diffugia oblonga</i> Ehrenberg, 1838	-	+	+	+	+
<i>Diffugia papilomata</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1958	-	-	+	-	-
<i>Diffugia parva</i> (Thomas, 1954)	-	+	-	-	-
<i>Diffugia pleustonica</i> Dioni, 1970	-	+	-	-	+
<i>Diffugia pseudogramen</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1960	+	+	+	+	+
<i>Diffugia cf rubescens</i> Pénard, 1891	-	+	-	-	-
<i>Diffugia schuurmani</i> Van Oye, 1931	-	+	-	+	+
<i>Diffugia smilion</i> Thomas, 1953	-	-	-	+	-
<i>Diffugia smilion major</i> Gauthier-Lièvre & Thomas, 1960	-	-	-	-	-
<i>Diffugia stellastoma</i> Vucetich, 1989	+	+	+	+	+
<i>Diffugia urceolata</i> Carter, 1864	-	+	+	-	-
<i>Diffugia ventricosa</i> Deflandre, 1926	-	-	-	+	-
<i>Diffugia cf venusta</i> (Pénard, 1902)	-	-	-	+	-
<i>Diffugia</i> sp1	+	+	+	+	+
<i>Diffugia</i> sp2	-	-	+	-	+
<i>Diffugia</i> spp	-	+	+	+	+
<i>Protocucurbitella coroniformis</i> G.L. & Thomas, 1960	-	-	+	+	+

<i>Protocucurbitella coroniformis ecornis</i> G.L. & Thomas, 1960	-	-	-	+	-
EUGLYPHIDAE					
<i>Eughlypha acanthophora</i> (Ehrenberg, 1841)	+	+	+	+	+
<i>Eughlypha</i> spp	-	+	+	+	+
LESQUEREUSIIDAE					
<i>Lesquereusia epistomium</i> Pénard, 1893	+	-	-	+	+
<i>Lesquereusia mimetica</i> Pénard, 1902	-	-	+	-	-
<i>Lesquereusia modesta</i> Rhumbler, 1896	-	+	+	+	+
<i>Lesquereusia modesta caudata</i> (Playfair 1917) Van Oye 1958	-	-	+	+	-
<i>Lesquereusia modesta minima</i> Van Oye, 1953	+	+	+	+	+
<i>Lesquereusia spiralis</i> (Ehrenberg, 1840)	+	+	+	+	+
<i>Lesquereusia spiralis dentata</i> Decloitre 1947	-	+	+	+	-
<i>Netzelia oviformis</i> (Cash, 1909) Ogden, 1979	-	+	+	+	+
<i>Netzelia tuberculata</i> (Wallich, 1864) Netzel, 1983	-	+	+	+	+
<i>Netzelia wailesi</i> (Ogden, 1980) Meisterfeld, 1984	-	-	+	+	+
HYALOSPHEINIDAE					
<i>Pseudonebella africana</i> Gauthier-Lièvre, 1953	-	+	+	+	+
ROTIFERA					
<hr/>					
Bdelloidea	+	+	+	+	+
PHILODINIDAE					
<i>Dissotrocha aculeata aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-	-	-	+
ATROCHIDAE					
<i>Cupelopagis vorax</i> (Leidy, 1857)	+	-	+	+	-
BRACHIONIDAE					

<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851	-	-	-	-	+
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	-	-	-	-	+
<i>Brachionus dolabratus</i> Harring, 1914	-	-	-	-	+
<i>Brachionus mirus</i> Daday, 1905	-	-	+	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	-	-	-	-	+
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	-	-	-	+	-
<i>Plationus patulus patulus</i> (Müller, 1786)	-	+	-	-	+
COLLOTHECIDAE					
<i>Collotheca</i> spp	-	+	+	-	+
CONOCHILIDAE					
<i>Conochillus unicornis</i> Rousselet, 1892	-	-	-	+	-
DICRANOPHORIDAE					
<i>Aspelta</i> cf <i>psitta</i> Harring & Myers, 1928	+	-	-	-	-
<i>Aspelta</i> spp	-	-	+	+	+
<i>Dicranophorus epicharis</i> Harring & Myers, 1928	+	+	+	+	+
<i>Dicranophorus prionacis</i> Harring & Myers, 1928	-	-	-	+	+
<i>Dicranophorus tegillus</i> Harring & Myers, 1928	+	-	-	-	-
<i>Dicranophorus</i> spp	-	-	-	-	-
EUCHLANIDAE					
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i> Ehrenberg, 1832	-	+	+	+	+
<i>Euchlanis dilatata luckisiana</i> Hauer, 1930	+	+	+	+	+
<i>Euchlanis incisa</i> Carlin, 1939	+	+	+	+	+
<i>Euchlanis meneta</i> Myers, 1930	-	-	+	-	-
FLOSCULARIIDAE					

<i>Beauchampia crucigera</i> (Dutrochet, 1812)	-	-	-	-	+
<i>Floscularia cf janus</i> (Hudson, 1881)	-	-	-	-	+
<i>Floscularia</i> spp	-	+	-	-	+
<i>Ptygura cf wilsonii</i> (Anderson & Shephard, 1892)	-	-	-	+	-
<i>Ptygura</i> spp	+	+	+	+	+
<i>Sinantherina procera</i> (Thorpe, 1893)	-	-	+	-	+
<i>Sinantherina spinosa</i> (Thorpe, 1893)	-	-	-	+	+
<i>Sinantherina</i> spp	+	-	+	+	-
GASTROPODIDAE					
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	-	-	-	+	+
<i>Ascomorpha tundisii</i> Segers & Dumont, 1995	-	-	-	-	+
<i>Octotrocha speciosa</i> Thorpe, 1893	-	-	+	-	+
LECANIDAE					
<i>Lecane bulla bulla</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+
<i>Lecane bulla goniata</i> Harring & Myers, 1926	-	-	+	+	+
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	+	+	+	+	+
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)	-	+	+	+	+
<i>Lecane doryssa</i> Myers, 1942	-	+	-	-	-
<i>Lecane hastata</i> (Murray, 1913)	-	-	-	-	+
<i>Lecane hornemanni</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+	+
<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	-	+	+	+	+
<i>Lecane leontina thomassoni</i> (Wulfert, 1965)	-	-	-	+	-
<i>Lecane ludwigii</i> (Eckstein, 1883)	+	+	+	+	+
<i>Lecane ludwigii ercordes</i> (Harring, 1914)	-	-	-	-	+

<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	-	-	-	+	-
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+	+	+
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	-	-	+
<i>Lecane signifera signifera</i> (Jennings, 1896)	+	-	+	+	+
<i>Lecane signifera ploenensis</i> (Voigt, 1902)	-	-	-	+	-
<i>Lecane stichae</i> Haring, 1913	-	-	-	+	-
<i>Lecane ungulata</i> (Gosse, 1887)	+	-	-	+	-
LEPADELLIDAE					
<i>Lepadella patella patella</i> (Müller, 1786)	-	-	-	-	+
<i>Lepadella triptera</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	-	-	+
<i>Lepadella</i> spp	-	+	-	-	-
LINDIIDAE					
<i>Lindia</i> spp	-	-	+	-	-
MYTILINIDAE					
<i>Mytilinia mucronata mucronata</i> (Müller, 1773)	-	-	-	+	-
<i>Mytilinia mucronata spinigera</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	-	-	+
<i>Mytilinia ventralis ventralis</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	+	+	+
NOTOMMATIDAE					
<i>Cephalodella forficula</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	-	+	+
<i>Cephalodella misgurnus</i> Wulfert, 1937	-	-	-	+	-
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	+	-	+
<i>Cephalodella</i> spp	-	+	-	-	-
<i>Monommata actices</i> Myers, 1930	-	-	-	-	+
<i>Monommata pseudophoxa</i> Wulfert, 1960	-	-	-	+	-

<i>Monommata</i> spp	-	-	-	+	+
<i>Notommata cerberus</i> (Gosse, 1886)	-	-	-	-	+
<i>Notommata</i> cf <i>codonella</i> Harring & Myers, 1924	-	-	+	-	-
<i>Notommata copeus</i> Ehrenberg, 1834	+	-	+	+	+
<i>Notommata</i> cf <i>falcinella</i> Harring & Myers, 1922	-	-	+	-	+
<i>Notommata</i> cf <i>galena codonella</i> Harring & Myers, 1924	-	-	-	+	-
<i>Notommata pachyura</i> (Gosse, 1886)	-	+	+	+	+
<i>Notommata saccigera</i> Ehrenberg, 1830	+	+	+	+	+
<i>Taphrocampa selenura</i> Gosse, 1887	-	-	-	-	+
SYNCHAETIDAE					
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	-	-	+	-	-
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893	-	+	-	-	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	-	+	-	-	-
<i>Polyarthra</i> spp	-	-	-	-	+
TESTUDINELLIDAE					
<i>Testudinella amphora</i> Hauer, 1938	-	-	-	+	-
<i>Testudinella haueriensis</i> Gillard, 1967	-	-	-	-	+
<i>Testudinella mucronata mucronata</i> (Gosse, 1886)	-	-	-	-	-
<i>Testudinella ohlei</i> Koste, 1972	-	-	-	+	-
<i>Testudinella parva</i> (Ternetz, 1892)	-	-	-	-	+
<i>Testudinella parva semiparva</i> Hauer, 1938	+	-	-	-	+
<i>Testudinella dendradena</i> de Beauchamp, 1955	-	+	+	+	+
<i>Testudinella patina intermedia</i> (Anderson, 1889)	-	-	-	-	+
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+	+	+	+	+

TETRASIPHONIDAE					
<i>Tetrasiphon hydrocora</i> Ehrenberg, 1840	-	+	+	+	-
TRICHOCERCIDAE					
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	+	-	+	+	+
<i>Trichocerca bidens</i> (Lucks, 1912)	-	-	+	+	-
<i>Trichocerca braziliensis</i> (Murray, 1913)	-	-	-	+	+
<i>Trichocerca collaris</i> (Rousselet, 1896)	-	-	-	+	+
<i>Trichocerca iernis</i> (Gosse, 1887)	-	-	+	+	+
<i>Trichocerca insignis</i> (Herrick, 1885)	-	-	-	+	-
<i>Trichocerca porcellus</i> (Gosse, 1851)	-	-	-	-	+
<i>Trichocerca tenuior</i> (Gosse, 1886)	-	-	-	-	+
<i>Trichocerca tigris</i> (Müller, 1786)	-	-	-	-	+
<i>Trichocerca</i> spp	-	+	-	+	-
TRICHOTRIIDAE					
<i>Trichotria tetractis tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	+	+	+
<i>Macrochaetus sericus</i> (Thorpe, 1893)	-	+	-	+	+
CLADOCERA					
BOSMINIDAE					
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	-	+	-	-	-
CHYDORIDAE					
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	+	+	+	+	+
<i>Alona glabra</i> Sars, 1901	-	+	+	+	-
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	+	+	+	+	-
<i>Alona intermedia</i> (Sars, 1862)	-	+	+	-	-

<i>Alona monacantha</i> Sars, 1901	-	-	-	-	+
<i>Alona cf poppei</i>	-	+	+	+	-
<i>Alona cf pulchella</i>	-	+	-	-	-
<i>Alona quadrangularis</i> O.F. Muller, 1785	-	-	+	-	-
<i>Alona verrucosa</i> Sars, 1901	-	+	-	-	-
<i>Alona cf verrucosa</i> Sars, 1901	+	+	+	+	+
<i>Alona dentifera</i> (Sars, 1901)	-	-	-	-	+
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	-	+	+	+	-
<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1914	-	-	+	-	-
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901	+	+	+	+	+
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)	-	-	-	-	+
<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901	-	-	-	-	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (Muller, 1785)	-	+	+	+	-
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars, 1901	-	+	-	-	-
<i>Karuallona mülleri</i> (Richard, 1897)	-	-	-	-	+
<i>Ephemeroporus barroisi</i> -group	+	+	+	+	+
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1898)	+	-	-	-	+
<i>Ephemeroporus tridentatus</i> (Bergamin, 1931)	+	-	-	+	+
<i>Leydigiopsis curvirostris</i> Sars, 1901	-	-	-	-	+
ILYOCRYPTIDAE					
<i>Ilyocryptos spinifer</i> Hendrick, 1882	+	+	+	+	+
MACROTHRICIDAE					
<i>Macrothrix laticornis</i> -group	+	+	-	-	+
<i>Macrothrix cf. paulensis</i> (Sars, 1900)	-	+	-	-	-

continuação
Anexo 1

<i>Macrothrix spinosa</i> King, 1953	-	+	+	+	+
<i>Macrothrix superaculeata</i>	-	-	+	-	+
<i>Macrothrix tricerialis</i> (Brady, 1886)	-	+	+	+	+
<i>Macrothrix</i> spp	+	-	-	-	-
MOINIDAE					
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	-	-	+	-	-
SIDIDAE					
<i>Latonopsis australis</i> -group	+	+	-	+	+
<i>Pseudosida bidentata</i> Herrick, 1884	-	-	-	+	-
COPEPODA					
CYCLOPIDAE					
<i>Microcyclops anceps anceps</i> (Richard, 1897)	-	+	+	-	-
<i>Microcyclops ceibaensis</i> (Marsh, 1920)	-	+	+	-	-
<i>Microcyclops finitimus</i> Dussart, 1984	-	-	-	+	-
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	-	-	+	-	-