

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

ANA CAROLINA SOUTO

Composição dos organismos aquáticos e
relações tróficas das assembleias de peixes:
Regime lótico *versus* lêntico em sistemas
hidrológicos Neotropicais

BOTUCATU – SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

ANA CAROLINA SOUTO

Composição dos organismos aquáticos e relações
tróficas das assembleias de peixes: Regime lótico
versus lêntico em sistemas hidrológicos
Neotropicais

Orientadores: Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho (*in memoriam*)

Prof. Dr. Raoul Henry

Co-orientador: Dr. Javier Lobón-Cerviá

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista – UNESP,
Câmpus de Botucatu, como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Doutor em Ciências
Biológicas, Área de Concentração: Zoologia

BOTUCATU – SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Souto, Ana Carolina.

Composição dos organismos aquáticos e relações tróficas das assembleias de peixes : regime lótico versus lântico em sistemas hidrológicos Neotropicais / Ana Carolina Souto. - Botucatu, 2015

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Raoul Henry

Coorientador: Javier Lobón-Cerviá

Capes: 20502001

1. Organismos aquáticos. 2. Ictiofauna - Paranapanema, Rio, Bacia (SP e PR). 3. Peixe - Distribuição sazonal.

Palavras-chave: Diversidade habitat; Ictiofauna; Organismos aquáticos; Rio Paranapanema; Sazonalidade.

DEDICATÓRIA

Dedico ao Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho (*in memoriam*) por ter sido o instrumento para hoje eu estar aqui, além de seus ensinamentos, confiança e acima de tudo amizade. Deixo-te o meu muito Obrigada!

Alguns homens vêem as coisas como são e dizem: „Por quê?“
Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo: „Por que não?!“

-George Bernard Shaw-

AGRADECIMENTOS

“Eu sou a luz do mundo, quem me segue não andar  nas trevas, mas possuir  a luz da vida (João 8, 12)”.

Assim começo agradecendo a Deus, que é a luz do meu mundo. Por me dar forças todos os dias, por me proteger e pela graça da minha vida.

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho (*in memoriam*), por ter me dado a oportunidade de continuar meus estudos, pela orientação e pela eterna amizade.

Agradeço ao Prof. Dr. Raoul Henry, que me aceitou prontamente como sua aluna, mesmo faltando pouco tempo para a defesa e sem conhecer meu trabalho.

Agradeço ao meu Co-orientador Dr. Javier Lobón-Cerviá, que através dele tive a oportunidade de viver em outro país, além de ter sido a chave fundamental para a execução do meu trabalho.

Agradeço a banca examinadora, Dr . Katharina Esteves, Dr. Gilmar Bastos, Dr. Sandro Britto e Dr. Igor Paiva Ramos, por disponibilizar seu tempo e pelas contribuições.

Agradeço ao Instituto de Biociências (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus Botucatu) pela oportunidade de estudo, juntamente com a Capes e CNPq, pela bolsa de estudo concedida;

Agradeço ao Programa Nacional Ciências sem Fronteiras pela oportunidade de estudo no exterior;

Agradeço meus pais, Boanerges e Leila e meus irmãos Carlos Eduardo e Luiz Fernando, assim como todas as pessoas da minha família, por sempre estarem comigo, me apoiando e incentivando. Vocês são fundamentais!

Agradeço ao meu companheiro, Fabrício Rocha Vieira, que venceu mais essa batalha ao meu lado e por ser essa pessoa maravilhosa.

Agradeço a todos do Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes pelas coletas de campo e dias em laboratório.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contrib  ram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	10
ABSTRACT	11
APRESENTAÇÃO	12
ÁREA DE ESTUDO	15
REFERÊNCIAS	18
<i>CAPÍTULO 1 – A riqueza de organismos aquáticos em canal principal do rio e lagoa marginal associada, em um sistema hidrológico Neotropical</i>	20
Resumo.....	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e métodos	24
Resultados	26
Discussão.....	36
Conclusão.....	40
Referências.....	40
<i>CAPÍTULO 2 – A estrutura das assembleias de peixes em rio é distinta de lagoa marginal?..</i> 47	
Resumo.....	48
Abstract	49
Introdução	50
Material e métodos	51
Resultados	54
Discussão.....	58
Conclusão.....	61
Referências.....	61

<i>CAPÍTULO 3 – Caracterização da dieta das espécies de peixes em canal principal do rio e lagoa marginal</i>	65
Resumo.....	66
Abstract	67
Introdução	68
Material e métodos	69
Resultados	73
Discussão.....	81
Conclusão	85
Referências	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	90

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1- A riqueza de organismos aquáticos em canal principal do rio e lagoa marginal associada, em um sistema hidrológico Neotropical

Tabela I. Lista de espécies de Fitoplâncton (presença e ausência) amostrado no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil), nas estações seca e chuvosa. 29

Tabela II. Lista de taxa do Zooplâncton (presença e ausência) amostrado no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil), nas estações seca e chuvosa..... 33

Tabela III. Lista de taxa de macrófitas aquáticas amostradas no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil), durante as estações seca e chuvosa 34

Tabela IV. Lista de taxa de macroinvertebrados aquáticos (presença/ausência) associados às macrófitas aquáticas amostrados no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) nas estações seca e chuvosa 35

CAPÍTULO 2 - A estrutura das assembleias de peixes em rio é distinta de lagoa marginal?

Tabela I. Composição, abundância (n) e constância das espécies de peixes no canal principal do rio e lagoa marginal, nas estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 56

Tabela II. Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielou (E) e Riqueza de espécies (R) das assembleias de peixes no canal principal do rio e lagoa marginal, nas estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 57

CAPÍTULO 3 - Caracterização da dieta das espécies de peixes em canal principal do rio e lagoa marginal

Tabela I. Número de indivíduos com conteúdo estomacal pertencentes as espécies de peixes analisadas no canal principal do rio e lagoa marginal, na estação seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil)..... 74

Tabela II. Composição da dieta das espécies de peixes analisadas no canal principal, estações seca (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 77

Tabela III. Composição da dieta das espécies de peixes analisadas no canal principal, estação chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 78

Tabela IV. Composição da dieta das espécies de peixes analisados na lagoa marginal, na estação seca (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 79

Tabela V. Composição da dieta das espécies de peixes analisados na lagoa marginal, na estação chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 80

Tabela VI. Amplitude de nicho quantificado através do índice de Shannon para as espécies de peixes no canal principal do rio e lagoa marginal, estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).....	81
---	----

LISTA DE FIGURAS

ÁREA DE ESTUDO

Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil) 17

Figura 2. Precipitação mensal (mm) de março de 2.011 a março de 2.012, medida na estação pluviométrica E5-017 do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.), instalada na Prefeitura Municipal de Angatuba, SP (alto rio Paranapanema) (as setas indicam os meses de amostragem) 18

CAPÍTULO 1- A riqueza de organismos aquáticos em canal principal do rio e lagoa marginal associada, em um sistema hidrológico Neotropical

Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil) 25

CAPÍTULO 2 - A estrutura das assembleias de peixes em rio é distinta de lagoa marginal?

Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil) 52

Figura 2. Dendrograma de similaridade (Morisita-Horn) considerando a abundância das assembleias de peixes, presentes no canal principal do rio e na lagoa marginal, nas estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) 57

CAPÍTULO 3 - Caracterização da dieta das espécies de peixes em canal principal do rio e lagoa marginal

Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil) 70

Composição dos organismos aquáticos e relações tróficas das assembleias de peixes: Regime lótico *versus* lântico em sistemas hidrológicos Neotropicais

Resumo

Os grandes rios Neotropicais, com seus canais principais, seus canais secundários, lagoas marginais conectados e isolados dos cursos de água apresentam uma elevada diversidade de habitats. A grande variedade de habitats proporciona a formação de gradientes ambientais espacialmente heterogêneos, considerados de suma importância para a biodiversidade. Uma diversidade ambiental é comumente encontrada em águas doces Neotropicais e, mais especificamente, na América do Sul, como por exemplo, nas bacias hidrográficas do Amazonas e do Paraná. Os compartimentos espaciais são de grande importância para o desenvolvimento do ciclo de vida das comunidades aquáticas, e diversos estudos têm enfatizado que lagoas marginais podem desempenhar um papel fundamental para a reprodução, alimentação e crescimento de inúmeras espécies de peixes e outros organismos aquáticos. Porém, pouco se sabe sobre a dinâmica desses organismos em sistemas lóticos e sistemas lânticos marginais e eventuais interações numa mesma escala temporal. O objetivo deste estudo foi analisar e comparar a estrutura dos organismos aquáticos e a dinâmica trófica das assembleias de peixes em um sistema lótico (canal principal do rio) *versus* um sistema lântico contíguo (lagoa marginal), nas estações seca e chuvosa. Os locais selecionados para este estudo foi o canal principal do rio frente a uma lagoa marginal, na bacia do alto rio Paranapanema. É considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, com sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. O conjunto de organismos aquáticos responsáveis pela produção primária e secundária, como o fitoplâncton, zooplâncton, macrófitas e macroinvertebrados mostraram algumas diferenças quanto a sua composição comparando a biota do canal principal do rio com aquela da lagoa marginal, bem como nas duas épocas do ano. De modo geral, riqueza maior de taxa ocorreu na lagoa marginal. A estrutura das assembleias de peixes também mostrou algumas diferenças, na comparação entre os ambientes e períodos do ano. Foi observada uma maior diversidade de espécies no canal principal do rio, e uma maior abundância de indivíduos na lagoa marginal. A exploração dos recursos alimentares pelas assembleias de peixes provenientes dos dois ambientes e nas duas estações do ano variou, visto haver maior disponibilidade de recursos alimentares na lagoa marginal. Conclui-se que a presença de lagoas marginais associadas a grandes rios são fundamentais para a estrutura das comunidades aquáticas, visto que oferecem maior oportunidade na alimentação dos peixes, enquanto que o canal principal do rio parece responsável pela dispersão das espécies.

Palavras-chave: Organismos aquáticos, ictiofauna, diversidade de habitats, sazonalidade, rio Paranapanema.

Composition of aquatic organisms and trophic relationships of fish assemblages: lotic system *versus* lentic in hydrological Neotropical systems

Abstract

The large Neotropical rivers, with their main channels, their secondary channels, oxbow lake connected and isolated from water courses have a high diversity of habitats. The large variety of habitats provides the formation of spatially heterogeneous environmental gradients, considered of great importance for biodiversity. An environmental diversity is commonly found in freshwater Neotropical, more specifically in South America, for example, in the basins of the Amazon and Paraná. Space compartments are of great importance for the development of life cycle of aquatic communities, and several studies suggest that lagoons can play a key role in reproduction, feeding and growth of numerous species of fish and other aquatic organisms. However, little is known about the dynamics of those bodies in river systems and oxbow lake systems and possible interactions in the same time scale. The objective of this study was to analyze and compare the structure of aquatic organisms and trophic dynamics of fish assemblages in a lotic system (main river channel) *versus* one contiguous lentic system (oxbow lake), in the dry and rainy seasons. The selected site for this study was the main river channel front to an oxbow lake, in the Upper Paranapanema River basin. It is considered one of the most important tributaries of the upper Paraná River, with its source located in the Paranapiacaba Mountain, State of São Paulo, Southeastern Brazil. The set of aquatic organisms responsible for primary and secondary production, such as phytoplankton, zooplankton, macrophytes and macroinvertebrates showed some differences in its composition compared to biota of the main river channel with that of the oxbow lake, as well as in the two seasons. In general, the higher rate richness occurred in the oxbow lake. The structure of fish assemblages also showed some differences when comparing the environments and periods of the year. A greater diversity of species in the main river channel, and a greater abundance of individuals in the oxbow lake were observed. The exploitation of food resources for fish assemblages from the two environments and in both seasons varied, as there is greater availability of food resources in the oxbow lake. It is concluded that the presence of lagoons associated with large rivers are fundamental to the structure of aquatic communities as they offer greater opportunity for fish feeding, while the main river channel seems responsible for the species dispersion.

Keywords: aquatic organisms, fish populations, habitat diversity, seasonality, Paranapanema.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho de tese de doutorado é integrante de um projeto maior intitulado “*A integridade ambiental da represa de Jurumirim (alto rio Paranapanema, SP, Brasil) com base na ictiofauna, supra-comunidades de parasitas, dieta e migração dos peixes*”, realizado com o apoio da agência de fomento Capes (PNPD – Processo: 3005/2010) sob a coordenação do Prof. Dr. Reinaldo José da Silva e colaboração do Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho (*in memoriam*) e do Dr. Francisco Javier Lobón-Cerviá (*Museo Nacional de Ciencias Naturales* - Madrid, Espanha).

O referido projeto (ainda em curso) tem por objetivo principal monitorar, avaliar e comparar as interações ecológicas da fauna de parasitas dos peixes e, realizar um inventário da ictiofauna, suas rotas migratórias e partilha de recursos alimentares das principais espécies de peixes. Desta forma, serão geradas informações para compor um índice de integridade biótica da área de influência da represa de Jurumirim (Alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil). Serão enfocadas as relações ecológicas (interação parasita-hospedeiro, biologia populacional e atividade alimentar das principais espécies de peixes). Os dados gerados por este projeto serão utilizados como diretrizes para o melhor aproveitamento dos corpos d’águas represados, em termos de múltiplos usos, avaliando possíveis ações de mitigação dos efeitos ambientais.

O rio Paranapanema é um dos grandes afluentes da margem esquerda do rio Paraná (Agostinho et al., 2007), e suas nascentes localizam-se na Serra da Paranapiacaba, Município de Capão Bonito, São Paulo, Brasil. A bacia hidrográfica do rio Paranapanema estende-se pelo sudoeste do Estado de São Paulo e norte do Paraná, drenando uma área de 100.800 km². O curso principal do rio, em direção leste-oeste,

tem uma extensão de aproximadamente 930 km, dos quais 330 km formam a divisa natural entre os Estados de São Paulo e Paraná (Duke-Energy, 2003).

Nas últimas décadas, a crescente demanda de energia elétrica transformou os barramentos hidrelétricos em um componente comum presente na paisagem brasileira (Agostinho et al., 2007). A consequência da presença desses empreendimentos é uma expressiva modificação dos atributos ecológicos do sistema fluvial, levando a alterações que podem interferir na composição e abundância do ecossistema original (Agostinho et al., 1992; Benedito-Cecílio & Agostinho, 1997). Atualmente, ao longo do eixo principal do rio Paranapanema existe 11 usinas hidrelétricas em operação, transformando seu curso em uma sucessão de reservatórios em “cascata”.

Com isso, o conhecimento de ambientes lóticos que ainda não sofreram barramentos, com finalidade de acumulação de água para geração de energia elétrica, revela-se extremamente necessário, com o intuito de avaliar as interações ecológicas internas e externas aos sistemas. A presente tese tem esta finalidade: empreender o levantamento da ictiofauna em curso de água não represado e, comparar as assembleias de peixes, com as espécies registradas em lagoa marginal conectada com o rio. Utilizamos apenas parte dos dados do projeto acima citado, dando ênfase especial à ictiofauna proveniente de um dos tributários da represa de Jurumirim, o rio Paranapanema. O estudo foi realizado em trecho a montante da zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jurumirim, em local sem influencia da mesma, e em uma lagoa marginal conhecida por Sete Ilhas, situada em frente do curso d'água. Para um melhor conhecimento das interações dentro das comunidades aquáticas, amostraram-se além dos peixes, organismos de outras comunidades, como do fitoplâncton, zooplâncton, macrófitas aquáticas e dos macroinvertebrados associados às macrófitas.

Muitos autores relatam que as lagoas marginais são fundamentais para a manutenção e conservação dos organismos aquáticos (Agostinho & Zalewski, 1995; Meschiatti et al., 2000; Ferrareze & Nogueira, 2011). Porém pouco se sabe sobre a dinâmica das comunidades destes dois ambientes (canal principal do rio e lagoa marginal, em frente) e interações mútuas. A nossa estratégia de estudo foi amostrar as comunidades nos dois locais na mesma escala de tempo. No decorrer da tese serão apresentados dados sobre a riqueza das comunidades de fitoplâncton e zooplâncton, macrófitas aquáticas e macroinvertebrados associados às macrófitas, a ictiofauna e os recursos alimentares explorados pelas assembleias de peixes presentes no canal principal do rio e lagoa marginal do alto rio Paranapanema, São Paulo, durante as estações de seca e chuva.

O presente estudo teve por objetivo principal, verificar eventuais diferenças na riqueza de espécies das várias comunidades que constituem recursos alimentares para a ictiofauna, na estrutura das assembleias de peixes e na dieta das espécies, provenientes dos dois ambientes e estações do ano, e verificar se as lagoas marginais são essenciais para a manutenção das comunidades de peixes.

A tese está dividida em três capítulos. O primeiro intitulado “*A riqueza de organismos aquáticos em canal principal do rio e lagoa marginal associada, em um sistema hidrológico Neotropical*”, apresenta um levantamento da composição dos organismos aquáticos, que incluíram os componentes do fitoplâncton e do zooplâncton, das macrófitas aquáticas e dos macroinvertebrados associados, provenientes do canal principal do rio e lagoa marginal, durante as estações seca e chuvosa.

O segundo capítulo denominado “*A estrutura das assembleias de peixes em rio é distinta de lagoa marginal?*”, apresenta dados sobre a composição da ictiofauna e os atributos das assembleias (diversidade e riqueza das espécies, equitabilidade e

abundância) assim como sobre a análise de agrupamento, efetuada com o intuito de verificar a similaridade das assembleias de peixe dos dois ambientes durante as estações seca e chuva.

E por fim, no terceiro capítulo que foi intitulado “*Caracterização da dieta das espécies de peixes em canal principal do rio e lagoa marginal*”, foram examinadas em 25 espécies de peixes o conteúdo estomacal, com finalidade de determinar a composição dos itens alimentares consumidos, permitindo a seguir avaliar a amplitude de nicho das espécies por ambiente e estação.

ÁREA DE ESTUDO

Um dos importantes afluentes da margem esquerda do rio Paraná, o rio Paranapanema nasce na vertente ocidental da Serra da Paranapiacaba, no município de Capão Bonito, Estado de São Paulo, e está inserido na bacia do Alto Paraná. O rio possui uma extensão de aproximadamente 930 quilômetros, dos quais cerca de 330 quilômetros formam a divisa natural entre os Estados de São Paulo e Paraná (Duke-Energy, 2003).

Durante seu curso de 930 quilômetros de extensão recebe os seus principais afluentes, como os rios Itararé, Pardo, Tibagi e Pirapó (Castro et al., 2003) e pode ser dividido em três grandes trechos: Alto Paranapanema: da confluência do rio Apiaí-Guaçu até as nascentes (180 km de extensão); Médio Paranapanema: da cidade de Salto Grande, SP, até a confluência do rio Apiaí-Guaçu (328 km de extensão) e Baixo Paranapanema: da foz, no rio Paraná, até Salto Grande (421 km de extensão). A Bacia do Paranapanema ocupa uma área de 106 mil quilômetros quadrados, abrangendo 247

municípios (115 paulistas e 132 paranaenses), que somam aproximadamente 4,8 milhões de habitantes (Duke-Energy, 2014).

É considerado um rio de extrema importância por possuir um desnível de aproximadamente 600 metros e, devido a esta peculiaridade e sua localização, declividade, presença de muitas quedas e corredeiras, entre outras características geomorfológicas, o rio Paranapanema foi utilizado no desenvolvimento hidroelétrico do Estado de São Paulo e Paraná. O primeiro barramento no rio Paranapanema iniciou-se em 1936, com a construção de uma pequena usina, no médio curso do rio, sendo que atualmente, ao longo do eixo principal, o rio conta com onze usinas hidrelétricas em operação (Jurumirim, Piraju I, Piraju II, Chavantes, Ourinhos, Salto Grande, Canoas II, Canoas I, Capivara, Taquaruçu e Rosana), transformando seu curso em uma sucessão de reservatórios em “cascata” (Duke-Energy, 2003).

No alto rio Paranapanema (local do presente estudo), diversas lagoas marginais são observadas lateralmente ao curso d'água, e são consideradas por diversos autores de extrema importância para a manutenção da grande diversidade de organismos aquáticos (Agostinho & Zalewski, 1995; Meschiatti et al., 2000; Ferrareze & Nogueira, 2011; Henry, 2014). O presente estudo foi realizado em uma lagoa marginal (situada a 23°31'23"S e a 48°37'56"W), conhecida como Sete Ilhas, logo a frente do canal principal do rio (em local correspondente a 23°31'18"S e a 48°38'01"W) (Figura 1).

Os dois locais amostrados estão situados a montante da barragem de Jurumirim, a aproximadamente 100 quilômetros, onde a influencia da água acumulada na represa é reduzida. Durante o ano, alterações no nível de água do rio são bastante evidentes durante as duas estações climáticas distintas (estação seca e chuvosa) (Henry, 2014). Os organismos aquáticos foram obtidos em três coletas nos meses de abril, julho e agosto/2011 e de outubro/2011, janeiro e fevereiro/2012 que tipificam a estação seca e a

estação chuvosa, respectivamente, de acordo com o regime de precipitação fornecido pela estação pluviométrica E5-017 do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.), instalada na Prefeitura Municipal de Angatuba, SP (Figura 2).

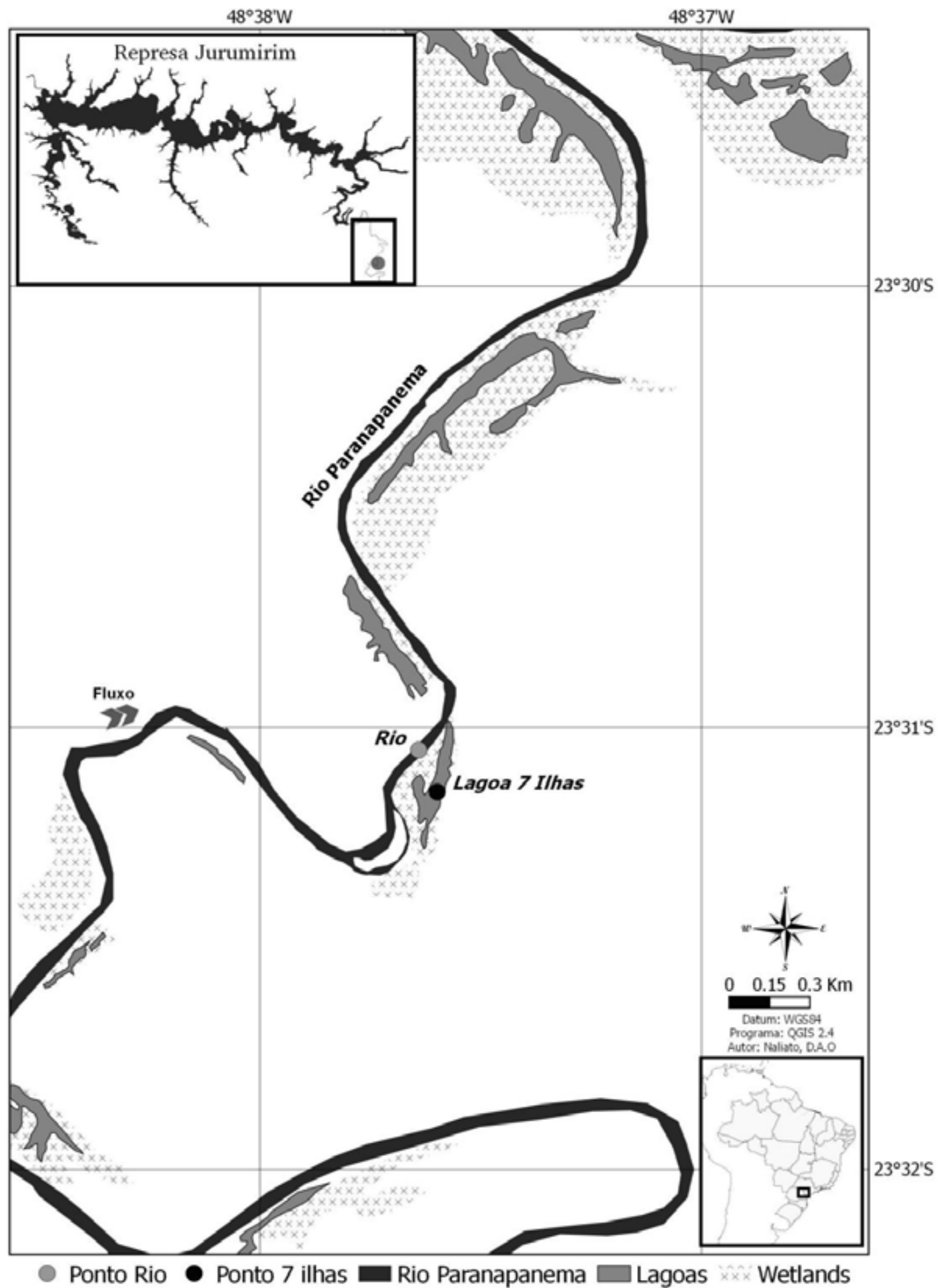


Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil).

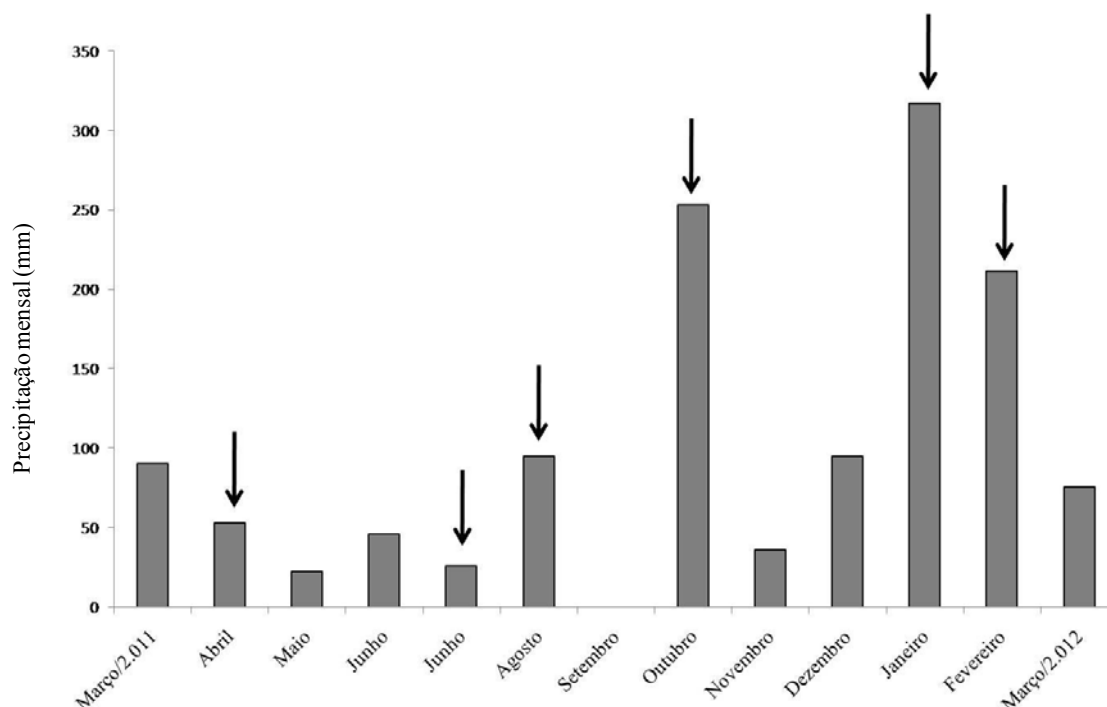


Figura 2. Precipitação mensal (mm) de março de 2011 a março de 2012, medida na estação pluviométrica E5-017 do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.), instalada na Prefeitura Municipal de Angatuba, SP (alto rio Paranapanema) (as setas indicam os meses de amostragem).

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A., Júlio JR., H.F. & Borghetti, J.R. (1992). Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. *Revista UNIMAR* **14**: 89-107.
- Agostinho, A.A. & Zalewski, M. (1995). The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná River. In: *The importance of aquatic-terrestrial ecotones for freshwater fish*. (Schiemer, F., Zalewski, M. & Thorpe, J.E., eds), pp. 141-148. Kluwer Academic, Dordrecht.
- Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Pelicice, F.M. (2007). *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá, Eduem, 501p.

- Benedito-Cecílio, E.; Agostinho, A.A. (1997). Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. (Eds.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem, p.113-139.
- Castro, R.J., Foresti, F. & Carvalho, E.D. (2003). Composição e abundância da ictiofauna na zona litorânea de um tributário, na zona de desembocadura no reservatório de Jurumirim, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* 2: 63-70.
- Duke-Energy. (2003). *Peixes do rio Paranapanema*. 2ª Ed. Editora Horizonte. 120p.
- Duke-Energy. (2014). *ABC da Energia. A história da Duke Energy no rio Paranapanema*. Disponível em: <http://dukeenergy.com.br/Style%20Library/ABCCaderno.pdf>. Acessado em: 14/01/2015
- Ferrareze, M. & Nogueira, M.G. (2011). Importance of lateral lagoons for the ichthyofauna in a large tropical reservoir. *Brazilian Journal Biology*, 71: 807-820.
- Henry, R. (2014). O ambiente, corpo principal e lagoas marginais. In: Henry, R. (Org.). *Represa de Jurumirim: ecologia, modelagem e aspectos sociais*. Holos Editora, Ribeirão Preto. p. 21-36.
- Meschiatti, A. J. (1995). Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu, SP. *Acta Limnologica Brasiliensia* 7: 115-137.

Capítulo 1

A riqueza de organismos aquáticos em canal principal do rio e lagoa marginal associada, em um sistema hidrológico Neotropical

Resumo

As planícies abrangem diversos tipos de habitats, envolvendo rios e lagoas marginais e promovem grande heterogeneidade espacial. São de fundamental importância para a riqueza biológica e tem um papel de destaque no fluxo de nutrientes e na manutenção dos recursos alimentares. As modificações espaciais e temporais na dinâmica de comunidades de organismos aquáticos presentes em canal principal de rio frente a lagoas marginais podem ser comprovadas através da análise e da comparação de suas estruturas nestes dois sistemas durante as estações seca e chuvosa. Os locais selecionados para este estudo foi o canal principal do rio frente a uma lagoa marginal do alto rio Paranapanema, considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, com sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. Os resultados mostraram que as comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica, de macrófitas aquáticas e de macroinvertebrados associados às plantas aquáticas, diferiram quanto à composição em escala espacial e temporal, com uma maior riqueza de espécies na lagoa marginal, comprovando a importância da manutenção destes ambientes lacustres marginais como locais de desenvolvimento de uma biota diversificada, decorrência de grande quantidade de habitats distintos e de maior estabilidade hidrológica dos ecossistemas lênticos.

Palavras-chave: Diversidade de habitats, sazonalidade, organismos aquáticos, sistema lótico, sistema lêntico.

Abstract

Floodplains include different habitat types involving rivers and oxbow lakes and promote high spatial heterogeneity. Freshwater is fundamental for the biological richness and plays an important role in the flow of nutrients and maintenance of trophic resources. Spatial and temporal changes in the dynamics of aquatic organisms inhabiting the main river channel and oxbow lakes can be demonstrated through analysis and comparison of their structures in these two systems during dry and rainy seasons. The selected areas for this study was the main river channel against an oxbow lake of Upper Paranapanema River one of the most important tributaries of Upper Paraná River, with its source localized in Paranapiacaba Mountain, State of Sao Paulo, Southeastern Brazil. The results showed that communities of phytoplankton, zooplankton, macrophytes and macroinvertebrates associated with aquatic macrophytes, differed as to composition in spatial and temporal scales. The greatest species richness was recorded in oxbow lake, showing the importance to maintain these marginal lacustrine environments as development areas rich biota due to the highest amount of diversified habitats and high hydrologic stability of lentic ecosystems.

Keywords: Habitat diversity, seasonality, aquatic organisms, lotic system, lentic system.

INTRODUÇÃO

Inúmeros rios Neotropicais apresentam grande diversidade de habitats, formados por sistemas lóticos com seus canais principais e secundários e, sistemas lênticos associados e/ou isolados. A elevada variedade de habitats oferecida pelos rios e lagoas marginais promove grande heterogeneidade espacial, sendo de fundamental importância para a diversidade dos organismos aquáticos (Thomaz et al., 2007). Grande diversidade é encontrada em águas tropicais (Lowe-McConnell, 1999), principalmente nas águas doces Neotropicais (Reis et al., 2003), em especial na América do Sul onde maior parte dos organismos é encontrada nas bacias Amazônica e do Paraná (Langeani et al., 2007).

A ocorrência de habitats distintos proporciona a manutenção de uma considerável biodiversidade (Thomaz et al., 1997). As lagoas marginais, por exemplo, apresentam inúmeros microhabitats e são colonizados por comunidades de plantas, invertebrados e fauna de vertebrados (Pieczynska, 1995). Tem um papel importante para a manutenção da biodiversidade de todo o ecossistema fluvial (Baumgartner et al., 2004).

Os diferentes ambientes aquáticos também têm um papel de destaque no fluxo de nutrientes e na manutenção dos recursos tróficos (Mitsch, 1996, Thomaz et al, 1997; Straškraba & Tundisi, 2000), abrigando diferentes comunidades. São de fundamental importância para os padrões de variação da produtividade primária e secundária. Além disso, determinadas comunidades são consideradas como bons indicadores de diferentes condições ambientais (por exemplo, de sua hidrodinâmica e de seu estado trófico) (Reynolds, 1992; 1999; Padisak et al, 1999; Nogueira et al., 2010).

A estrutura das comunidades aquáticas também pode ser utilizada para avaliar a qualidade dos ambientes em que vivem, e as medidas específicas de diversidade podem constituir índices apropriados para comparar diferentes condições ambientais (Rosa et

al., 1988). Contudo, uma das maiores dificuldades para o conhecimento e a preservação da biodiversidade é a falta de informações que possibilitem o desenvolvimento de ações, que visem subsidiar estratégias de conservação e manejo (Silva & Henry, 2013). A falta de informações advém da ausência de inventários da fauna em muitas áreas, o que limita o conhecimento da distribuição e abundância dos organismos (De Marco Júnior & Vianna, 2005).

Neste sentido, o objeto deste estudo foi fazer um levantamento das comunidades dos principais organismos aquáticos de um sistema lótico frente a um sistema lêntico para um melhor entendimento do seu papel na manutenção e integridade dos recursos hídricos brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O Rio Paranapanema é considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, tendo sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. Depois de correr cerca de 930 km e receber os seus principais afluentes, rios Itararé, Pardo, Tibagi e Pirapó (Castro et al., 2003), desemboca na margem esquerda do rio Paraná. A bacia do Alto Paraná apresenta uma complexidade de ambientes lóticos e lênticos, onde a riqueza dos organismos aquáticos se distribui das mais diversas maneiras, utilizando assim, diferentes nichos ecológicos, compondo inúmeros tipos de habitats (Freire & Agostinho, 2000).

As amostragens foram realizadas em dois pontos distintos do alto rio Paranapanema, canal principal do rio (a 23°31'18"S e 48°38'01"W) e em lagoa marginal (a 23°31'23"S e 48°37'56"W) (Figura 1). As condições climáticas do local de estudo durante o ano mostram a alternância sucessiva de duas estações principais: uma estação seca e uma chuvosa. Para verificar eventuais efeitos da modificação climática

durante o ano na diversidade biológica, as amostragens dos organismos aquáticos para a execução do estudo foram realizadas nos meses de abril, julho e agosto/2011 e outubro/2011, janeiro e fevereiro/2012, que tipificam as estações seca e chuvosa, respectivamente.

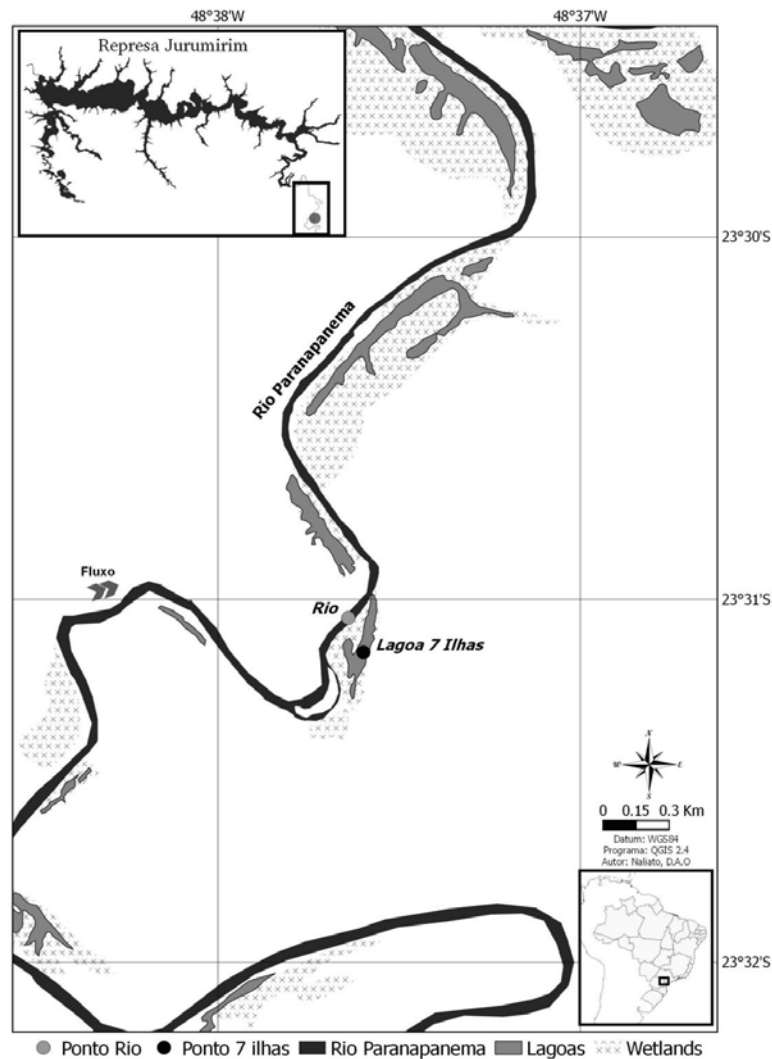


Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil).

A presença ou a ausência dos organismos aquáticos dos diferentes níveis tróficos foi assinalada para caracterizar os dois tipos distintos de habitats, e a riqueza dos organismos constitui o número total de espécies encontradas durante o período de estudo.

Para a amostragem da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica utilizaram-se uma rede cônica de 25 e 50 µm de tamanho de malha respectivamente, realizando arrastos horizontais na superfície da água pelo período de 10 minutos de tempo por amostra. Os organismos retidos nas redes foram colocados em recipientes devidamente etiquetados e foram fixados em formalina (4%). As amostras foram analisadas em microscópio estereoscópio (Zeiss Axiostar) com aumento de 1000 vezes. As assembleias de fitoplâncton e zooplâncton foram identificadas até menor nível taxonômico possível, utilizando bibliografia especializada (Bicudo & Menezes, 2005; Koste, 1978 a,b; Elmoor-Loureiro, 2007; Dussart & Defaye, 1995; Rocha, 1998).

As macrófitas aquáticas foram visualmente quantificadas em toda a área estudo nos períodos seco e chuvoso. No caso do canal principal do rio, a riqueza de macrófitas foi examinada em todo o trecho que as redes de espera foram instaladas. Na lagoa marginal, a presença das macrófitas foi verificada seguindo percurso de barco por toda sua linha marginal. As plantas aquáticas onde os macroinvertebrados estavam associados foram coletadas em um quadro retangular com uma área de amostragem de 76 centímetros x 26 centímetros (0.20m²). As plantas aquáticas inseridas no quadrado foram cortadas à aproximadamente 30 centímetros abaixo da superfície da água e transferidas para sacos plásticos com água e devidamente etiquetadas. Após o término das coletas, o material foi levado ao laboratório para remoção dos macroinvertebrados associados, utilizando-se a metodologia descrita por Afonso (2002) e identificados ao menor nível taxonômico possível (Lopretto & Tell, 1995; Mugnai et al., 2010).

RESULTADOS

Para a comunidade de fitoplâncton, um total de 183 taxa foi identificado, distribuídos em 12 classes diferentes. No canal do rio registrou-se um menor número de

taxa e classes em relação à lagoa marginal. A principal diferença foi a ocorrência de representantes da classe Rhodophyceae limitada ao canal do rio, enquanto a presença de indivíduos das classes Ulotrichophyceae e Cryptophyceae foi restrita à lagoa marginal (Tabela I).

No canal principal do rio, foram identificadas 135 taxa de 10 classes. No que diz respeito às variações na escala temporal, foram identificadas 84 taxa pertencentes a oito classes durante a estação seca, enquanto um número significativamente maior de taxa (ou seja, 104) e um número similar de classes (isto é, nove) foram registrados na estação chuvosa. Além disso, registrou-se a presença de organismos da classe Rhodophyceae somente na estação seca, enquanto na estação chuvosa foi registrada a presença de representantes das classes Oedogoniophyceae e Xanthophyceae (Tabela I).

Ao contrário do canal principal do rio, riqueza acentuadamente maior foi registrada na lagoa marginal, com 153 taxa de 11 classes. Neste local, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 119 taxa pertencente a 11 classes na estação seca e um menor número de taxa (98) foi registrada na estação chuvosa, com um número similar de classes (10). A diferença na escala temporal na lagoa marginal foi a ocorrência de representantes da classe Oedogoniophyceae na estação seca, enquanto que na estação chuvosa nenhum organismo dessa classe foi observado (Tabela I).

A comunidade zooplanctônica foi essencialmente representada por indivíduos de seus três principais grupos: Rotifera, Cladocera e Copepoda. No canal principal do rio foram registradas 17 taxa, enquanto na lagoa marginal registrou-se 27. No canal principal do rio, a comunidade zooplanctônica foi composta por 14 taxa na estação seca, sendo 10 de Rotifera, um de Cladocera e três de Copepoda. Na estação chuvosa, a comunidade zooplanctônica foi composta por seis taxa, sendo dois de Rotifera e quatro

de Copepoda. Nenhum representante de Cladocera foi encontrado nesta estação do ano (Tabela II).

Na lagoa marginal, assim como no canal principal do rio, a comunidade zooplanctônica foi composta por 14 taxa na estação seca. Oito taxa são parte integrante do grupo Rotifera, três do grupo Cladocera e três do grupo Copepoda. Na estação chuvosa, registrou-se um número maior de taxa neste local, com um total de 27. Deste total, 13 taxa são componentes do grupo Rotifera, oito do grupo Cladocera e seis do grupo Copepoda (Tabela II).

Em relação às macrófitas aquáticas, observaram-se algumas diferenças na composição de espécies entre o canal principal do rio e lagoa marginal e também na escala temporal. No canal principal do rio, ocorreram quatro taxa (*Eichhornia azurea*, *Echinochloa polystachya*, *Salvinia auriculata* e *Polygonum* sp.) durante a estação seca, enquanto na estação chuvosa foi registrada a presença de cinco taxa (*Eichhornia crassipes*, *Echinochloa polystachya*, *Salvinia auriculata*, *Polygonum* sp. e *Brachiaria* sp.) (Tabela III).

Na lagoa marginal, cinco taxa (*Eichhornia azurea*, *Salvinia auriculata*, *Brachiaria* sp., *Myriophyllum* sp.) e um da família Cyperaceae não identificado foram assinaladas na estação seca. Na estação chuvosa, o número de taxa observado aumentou para sete, sendo representados por *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes*, *Brachiaria* sp., *Myriophyllum* sp., *Nymphaea* sp. e assim como na estação seca, ocorreu um da família Cyperaceae não identificado (Tabela III).

Tanto no canal principal do rio, como na lagoa marginal, a espécie *E. azurea* esteve presente somente na estação seca e a espécie *E. crassipes* somente na estação chuvosa (Tabela III).

Tabela I. Lista de espécies de Fitoplâncton (presença e ausência) amostrado no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil), nas estações seca e chuvosa.

BACILLARIOPHYCEAE	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Achnanthes inflata</i> Grun.	X			
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun. var. <i>lanceolata</i>		X		
<i>Achnanthes</i> sp				X
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	X	X	X	X
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.	X			X
<i>Amphipleura</i> sp	X			X
<i>Anoeomoneis vitrea</i> (Grun.) Ross				X
<i>Anoeomoneis</i> spp				X
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.	X	X	X	
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>granulata</i>	X	X	X	X
<i>Aulacoseira herzogii</i> (Lemm.) Sim.			X	
<i>A.</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O.Müll.) Sim.	X	X	X	X
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Sim. var. <i>italica</i>	X	X	X	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		X		X
<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hust.			X	
<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grun.	X	X	X	X
<i>Cymbella microcephala</i> Grun. var. <i>microcephala</i>	X			
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rab.			X	X
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) Van Heurck	X			X
<i>Encyonema gracile</i> Rabh.				X
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hust.	X		X	
<i>Eunotia camelus</i> Ehr.	X	X	X	X
<i>Eunotia didyma</i> Grunow		X	X	X
<i>Eunotia flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.		X	X	X
<i>Eunotia pectinalis</i> (Dillw.) Rab.	X	X		
<i>Eunotia</i> spp	X	X	X	X
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	X		X	X
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	X	X	X	
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni	X			X
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thw.) De Toni	X			
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rab.			X	
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i> Freng.	X			X
<i>Gomphonema</i> sp	X	X	X	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabh.				X
<i>Gyrosigma spencerii</i> (Quek) Griff. & Henfr.				X
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.				X
<i>Melosira lineata</i> (Dill.) C. Ag.	X			
<i>Melosira varians</i> C.A.Ag.	X			X
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.	X			
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehr.	X	X	X	
<i>Navicula</i> spp	X	X	X	
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W.Sm.	X	X		X
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Sm.	X	X		
<i>Nitzschia</i> spp	X	X		X
<i>Pinnularia</i> spp	X	X		X
<i>Rhopalodia brebissonii</i> Kram.				X
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitz.) Ehr.	X			
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lew.) L.-B & Kram.	X			

Continua

	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lew.) L.-B & Kram.	X			
<i>Surirella linearis</i> W.Sm.				X
<i>Surirella</i> sp	X	X		X
<i>Synedra delicatissima</i> W.Sm.	X	X	X	X
<i>Synedra rumpens</i> Kütz.		X	X	
<i>Synedra ulna</i> (Nitz.) Ehr.	X		X	X
<i>Urosolenia eriensis</i> (Sm.) Round & Craw.	X			
ZYGNEMAPHYCEAE				
<i>Actnotaenium</i> spp		X	X	
<i>Closterium aciculare</i> West	X	X	X	
<i>Closterium gracile</i> Bréb. ex Ralfs		X	X	
<i>Closterium kuetzingii</i> Bréb.		X		
<i>Closterium</i> spp	X	X	X	
<i>Cosmarium meneghinnii</i> (Bréb.) Ralfs			X	
<i>Cosmarium regnesii</i> Reinsch			X	
<i>Cosmarium vexatum</i> West			X	
<i>Cosmarium</i> spp	X		X	
<i>Cosmocladium</i> sp			X	X
<i>Euastrum cf. glaziovii</i> Borges.		X	X	
<i>Euastrum</i> spp		X	X	X
<i>Gonatozygon brebissonii</i> De Bary		X		
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary	X		X	X
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Sm.) Bréb. ex Ralfs		X	X	X
<i>Hyalotheca mucosa</i> (Dillw.) Ehrh.		X	X	X
<i>Micrasterias truncata</i> (Corda) Bréb. ex Ralfs			X	
<i>Micrasterias</i> sp				X
<i>Mougeotia</i> sp		X	X	
<i>Pleurotenium ehrenbergii</i> (Bréb.) De Bary			X	
<i>Pleurotenium</i> sp			X	
<i>Onychonema laeve</i> Nordst.		X	X	X
<i>Spondylosium panduriforme</i> (Heim.) Teil.		X	X	
<i>Spondylosium</i> sp		X	X	X
<i>Staurostrum asterias</i> Nyg.		X	X	X
<i>Staurostrum hantzschii</i> Reinsch		X	X	
<i>Staurostrum hagmannii</i> Gön.		X	X	
<i>Staurostrum leptacanthum</i> Nordst.		X		X
<i>Staurostrum sebaldi</i> Reinsch		X		
<i>Staurostrum setigerum</i> Cl.		X	X	X
<i>Staurostrum tetracerum</i> Ralfs	X	X		X
<i>Staurostrum trifidum</i> Nordst.		X	X	
<i>Staurostrum</i> spp	X	X	X	X
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.			X	
<i>Staurodesmus dickei</i> (Ralfs) Lill.	X	X	X	
<i>Staurodesmus wandae</i> (Racib.) Bourr.		X		
<i>Staurodesmus</i> spp	X	X	X	
<i>Teilinguia granulata</i> (Roy et Biss.) Bourr.	X	X	X	X
<i>Xanthidium</i> sp		X	X	X
CHLOROPHYCEAE				
<i>Actinastrum hantzschii</i> (Lager.)	X	X	X	
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda sensu Kors.		X	X	
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reisch) Kors.		X	X	
<i>Asterococcus</i> sp				X
<i>Schroederia judayi</i> Smith	X			

Continua

	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.		X	X	X
<i>Chlamydomonas</i> spp	X	X	X	
<i>Chlorella vulgaris</i> Kes.& Huss	X	X	X	X
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Sm.)	X	X	X	X
<i>Coelastrum asteroideum</i> De Notaris				X
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer		X		
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	X	X	X	
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korsi.		X		
<i>Coelastrum reticulatum</i> Dang.		X	X	X
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	X	X	X	X
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmid.) Schmid.		X	X	X
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W.& West			X	X
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägaeli		X		X
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	X	X	X	X
<i>Dictyosphaerium</i> sp		X	X	
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun	X		X	
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	X	X	X	X
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom.		X	X	X
<i>Golenkinia paucispina</i> West & West	X			
<i>Kircheneriella lunaris</i> (Kirch.) Möb.			X	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hindak			X	X
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nyg.) Nyg.	X			
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legner	X	X	X	X
<i>Nephrocystium agardhianum</i> Näg.			X	
<i>Nephrocystium lunatum</i> West			X	
<i>Oocystis borgei</i> Snow		X	X	
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	X	X	X	X
<i>Oocystis pusilla</i> Hangs.			X	X
<i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory	X	X		X
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen				X
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs.		X	X	
<i>Pyrobotrys casinoensis</i> (Play.) Silva	X			
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lag.) Chod.	X	X	X	X
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansg.) Chod.	X		X	
<i>Scenedesmus ecornis</i> Chodat		X		
<i>Scenedesmus protuberans</i> Fritsch	X			X
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Bred. sensu Chod.	X	X		X
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat				X
<i>Sphaerocystis</i> sp			X	X
<i>Tetrastrum mitrae</i> (Pan.) Kom.	X		X	X
<i>Uroglena</i> sp		X	X	X
ULOTRICHOPHYCEAE				
<i>Uronema</i> sp			X	X
OEDOGONIOPHYCEAE				
<i>Bulbochaete</i> sp			X	
<i>Oedogonium</i> spp		X	X	
CYANOPHYCEAE				
<i>Anabaena</i> spp		X		X
<i>Aphanizomenon</i> sp		X		
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & West	X	X		
<i>Cylindropermopsis raciborskii</i> (Wol.) See. & Raju		X		
<i>Chroococcus</i> sp		X		X
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Brühl et Bisw.) Anag. et Kom.	X	X	X	

Continua

	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Lyngbya</i> spp			X	X
<i>Lyngbya</i> spp			X	X
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.			X	
<i>Nostoc</i> sp			X	
<i>Oscillatoria splendida</i> Grev. ex Gom.	X			
<i>Oscillatoria</i> spp		X	X	X
<i>Planktothrix cf. agardhii</i> (Gom.) Anag. and Kom.	X	X		X
<i>Pseudanabaena</i> spp	X	X	X	X
<i>Raphidiopsis</i> sp		X		
CRYPTOPHYCEAE				
<i>Cryptomonas</i> sp			X	X
EUGLENOPHYCEAE				
<i>Euglena acus</i> Ehr.	X	X	X	X
<i>Euglena spirogyra</i> Ehr.			X	
<i>Euglena</i> spp	X	X	X	X
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehren.) Lemm.	X	X	X	X
<i>Lepocinclis</i> sp		X	X	X
<i>Phacus longicauda</i> (Ehren.) Lemm.			X	X
<i>Phacus orbicularis</i> Hübn.			X	
<i>Phacus</i> sp	X	X	X	X
<i>Strombomonas fluviatilis</i> (Lemm.) Defl.		X	X	X
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehr.) Stein			X	X
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein emend. Defl.			X	X
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.			X	
<i>Trachelomonas rugulosa</i> Stein emend. Defl.	X	X	X	X
<i>Trachelomonas verrucosa</i> Stokes			X	
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.		X	X	X
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.			X	
<i>Trachelomonas</i> sp	X	X	X	X
CHRYSTOPHYCEAE				
<i>Dinobryon bavaricum</i> (Scütt) Lemm.	X	X	X	X
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.	X	X	X	X
<i>Mallomonas</i> sp	X	X	X	X
<i>Synura uvella</i> Ehr.	X			
<i>Synura</i> sp	X			
DINOPHYCEAE				
<i>Peridinium volzii</i> Lemm.			X	
<i>Peridinium</i> sp	X	X	X	X
RHODOPHYCEAE				
<i>Audouinella</i> sp	X			
XANTHOPHYCEAE				
<i>Ophyocitium</i> sp		X	X	X
TOTAL	84	104	119	98

Tabela II. Lista de taxa do Zooplâncton (presença e ausência) amostrado no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil), nas estações seca e chuvosa.

ROTIFERA	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	X	X	X	X
<i>Kellicottia bostoniensis</i> Rousselet, 190	X			
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	X			X
<i>Brachionus</i> sp 1	X		X	X
<i>Brachionus</i> sp 2			X	X
<i>Keratella</i> sp 1	X		X	X
<i>Keratella</i> sp 2	X			X
<i>Lecane</i> sp 1	X			X
<i>Lecane</i> sp 2				X
<i>Lepadella</i> sp		X		X
<i>Ascomoroha</i> sp				X
<i>Conochilus</i> sp			X	X
<i>Hexarthra</i> sp			X	X
<i>Bdelloidea</i> sp	X			
<i>Synchaeta</i> sp	X		X	X
<i>Filinia</i> sp	X		X	
CLADOCERA				
Chydoridae				X
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899			X	X
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	X		X	X
<i>Bosmina freyi</i> De Melo & Hebert, 1994			X	X
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967				X
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981				X
<i>Ilyocryptus</i> sp				X
<i>Macrothrix</i> sp				X
COPEPODA				
<i>Thermocyclops decipiens</i> Kiefer, 1929		X		X
<i>Notodiaptomus</i> sp		X		X
<i>Thermocyclops</i> sp				X
Náuplio Calanoida	X		X	X
Náuplio Cyclopoida	X	X	X	X
Copepodito Cyclopoida	X	X	X	X
TOTAL	14	6	14	27

A comunidade de macroinvertebrados associados às macrófitas aquáticas foi composta por representantes de 26 famílias distribuídas em 11 ordens diferentes. No canal principal do rio, menor riqueza de taxa em relação à lagoa marginal (19 e 26 taxa, respectivamente) foi constatada. Para o canal principal do rio, as ordens mais

representativas foram Lepidoptera, seguido por Diptera e Oligochaeta. Em relação à variação na escala temporal, 13 famílias distribuídas em nove ordens foram registradas na estação seca, enquanto para a estação chuvosa, esse número diminuiu para apenas seis famílias e quatro ordens (Tabela IV).

Na lagoa marginal, as ordens de macroinvertebrados mais representativas foram Diptera, Oligochaeta, Trichoptera e Lepidoptera. O padrão de variação do número de famílias registradas para a lagoa marginal foi inverso a daquele obtido no canal principal do rio. Observaram-se um menor número de famílias durante a estação seca, apenas oito famílias distribuídas em seis ordens, enquanto uma riqueza acentuadamente maior com 18 famílias e dez ordens foram registradas na estação chuvosa (Tabela IV).

Tabela III. Lista de taxa de macrófitas aquáticas amostradas no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil), durante as estações seca e chuvosa.

	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Eichhornia azurea</i> (Swartz) Kunth, 1843	X		X	
<i>Eichhornia crassipes</i> Mart. & Solms, 1883		X		X
<i>Echinochloa polystachya</i> (H.B.K.) Hitchcock	X	X		
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	X	X	X	X
<i>Pistia stratiotes</i> Jalkumbhi				X
<i>Brachiaria</i> sp		X	X	X
<i>Miriophylon</i> sp			X	X
<i>Nymphaea</i> sp				X
<i>Polygonno</i> sp	X	X		
Cyperaceae			X	X
TOTAL	4	5	5	7

Tabela IV. Lista de taxa de macroinvertebrados aquáticos (presença/ausência) associados às macrófitas aquáticas amostrados no canal principal do rio e lagoa marginal (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil) nas estações seca e chuvosa.

	RIO		LAGOA	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Mollusca				
Planorbidae	X			X
Sphaeriidae				X
Anellida				
Glossiphoniidae	X			X
Crustacea				
Isopoda		X		
Branchiopoda				X
Odonata				
Libellulidae	X		X	
Coenagrionidae	X			X
Arthropoda				
Hydracarina	X			
Diptera				
Chironomidae	X	X	X	X
Ceratopogonidae	X		X	X
Culicidae				X
Stratiomyidae				X
Ephemeroptera				
Baetidae	X			
Caenidae			X	X
Hemiptera				
Pleidae				X
Veliidae				X
Trichoptera				
Polycentropodidae	X		X	X
Hidropsychidae				X
Lepidoptera				
Pyrilidae	X		X	
Curculionidae	X			
Hydrophilidae				X
Lampyridae		X		
Scirtidae		X		X
Hydropholidae		X		
Oligochaeta				
Naididae	X	X	X	X
Tubificidae	X		X	X
TOTAL	13	6	8	18

DISCUSSÃO

Registraram-se diferenças na composição das comunidades dos organismos aquáticos provenientes tanto do canal principal do rio quanto da lagoa marginal. A relação distinta de organismos permite especular sobre o papel determinante das comunidades peculiares agindo como principais produtores primários e secundários responsáveis por iniciar o fluxo de energia e matéria, que, podem, por sua vez, sustentar níveis tróficos mais elevados (Rósen, 1981; Sommer, 1984; Vincent & Dryden, 1989; Reynolds, 1992, 1999, Padisák et al., 1999).

A comunidade fitoplanctônica apresentou uma maior riqueza em taxa na lagoa marginal em comparação ao canal principal do rio. As lagoas marginais são altamente produtivas, exibindo inúmeros microhabitats e são colonizadas por assembleias de plantas, invertebrados e fauna de vertebrados (Pieczynska, 1990; Baumgartner et al., 2004). Os resultados também mostraram que a comunidade fitoplanctônica exibiu mudanças sazonais consideráveis na composição de seus organismos.

No canal principal do rio, uma maior riqueza em taxa ocorreu durante a estação chuvosa, enquanto na lagoa marginal, a maior riqueza foi encontrada durante a estação seca. Segundo Huszar & Reynolds (1997), a composição do fitoplâncton varia gradualmente ao longo do ano e está relacionada às variações de nível de água em combinação com o regime térmico e a circulação no eixo vertical em lagoa marginal conectada com rio. A maior riqueza de fitoplâncton na estação chuvosa é comum em rios e lagoas marginais (Ferrareze & Nogueira, 2013) e esse fato pode ser determinado por efeitos de fatores meteorológicos, como a precipitação e temperatura, e pela presença de alguns nutrientes importantes, como nitrogênio e fósforo (Gomes & Miranda, 2001; Nogueira, 2000). Porém no presente estudo observou-se um padrão distinto para a lagoa marginal, visto o registro de maior riqueza da comunidade

fitoplanctônica na estação seca. Este fato é provavelmente, devido às características locais, onde o tempo de retenção da água tende a aumentar durante a estação seca, com o isolamento do ambiente marginal em relação ao rio e por um efeito de concentração (redução do volume da lagoa). Este padrão corresponde aos descritos para outros habitats comparáveis na região, como os relatados por Nogueira (2000), que assinalou grande riqueza do fitoplâncton na estação seca.

Entre os grupos de organismos do zooplâncton, os representantes dos rotíferos foram os mais abundantes, provavelmente pelo seu menor tempo de geração e tempo de vida mais curto o que pode aumentar as densidades populacionais, mesmo quando o tempo de residência da água é mais curto (Pace et al., 1994; Wolfenbarger, 1999; Viroux, 2002). Este padrão de maior número de taxa de Rotifera é comum na planície de inundação do rio Paraná (Bonecker et al., 2005) e também em rios das regiões temperadas (Basu & Pick, 1996; Thorp & Mantovani, 2005). A composição e a estrutura da comunidade de Rotifera refletem as características estruturais e funcionais do ecossistema (Abra et al., 2014). Ainda, o zooplâncton compõe um grupo de organismos que caracteristicamente apresenta respostas às variações do meio, sendo considerada uma comunidade dinâmica (Fernando, 2002).

No canal principal do rio, a comunidade zooplanctônica apresentou menor riqueza em relação à lagoa marginal. Um dos principais fatores ambientais afetando a abundância dos taxa e até mesmo a sua ocorrência em sistemas lóticos, é a velocidade da correnteza da água devido à reduzida capacidade de natação exibido por espécies de zooplâncton, que em geral, não é suficiente para superar a correnteza da água (Esteves, 1998).

Deve-se ressaltar que em ambientes como as lagoas marginais, além da baixa correnteza da água, existe grande riqueza de habitats e microhabitats propícios, devido

principalmente, à presença da vegetação marginal nesses ecossistemas lacustres rasos de planícies de inundação, que determinam a elevada quantidade de taxa encontrada (Abra et al., 2014). Além disso, habitats distintos aumentam a disponibilidade da oferta de alimento atraindo novos organismos e consequentemente, a riqueza de espécies e abundância populacional (Thomaz & Cunha, 2010).

Nas águas continentais, as macrófitas são encontradas na região litorânea dos ecossistemas lóticos e lênticos (Henry et al., 2014). A presença de lagoas marginais conectadas ao canal principal do rio favorece o seu desenvolvimento, devido às melhores condições de fixação (Bianchini Jr., 1999). Como os ambientes lacustres marginais conectados com rios podem apresentar variações no nível da água durante o ano, as espécies desenvolveram adaptações durante a evolução que lhe permitem sobreviver em locais onde as condições hídricas são mutáveis (Henry et al., 2014).

Nas estações seca e chuvosa, observaram-se diferenças na composição dos taxa no canal principal do rio e da lagoa marginal. Riqueza elevada de macrófitas foi registrada durante a estação chuvosa, tanto no canal principal do rio quanto na lagoa marginal, pois as condições ambientais foram mais adequadas para seu crescimento neste período, visto que a colonização de áreas disponíveis pode ser acima 75% de área inundada (Bayley, 1989), ao contrário na estação seca, as áreas inundadas são menores, e isso determina alta mortalidade das plantas (Junk, 1980).

A presença das duas espécies da Família Pontederiaceae, *Eichhornia azurea* e *E. crassipes*, foi alternada na escala temporal, sendo observado *E. azurea* apenas na estação seca e *E. crassipes* somente na estação chuvosa. A alternância é resultado das fases de floração em épocas distintas. *E. azurea* floresce entre março e maio, com uma redução na biomassa nos períodos mais quentes (ou seja, estação chuvosa; Thomaz & Santos, 2001). Em contraste, a floração de *E. crassipes* ocorre de agosto a março e a

redução da biomassa é registrada na estação mais fria (ou seja, estação seca) (Neiff et al., 2001).

As macrófitas aquáticas são fundamentais para o ecossistema com um todo, pois além de todas as suas funções ecológicas como produtores, influenciam na composição das espécies da fauna associada e suas relações interespecíficas (Thomaz & Cunha, 2010). Peiró & Alves (2004), através de levantamentos da entomofauna associada à macrófitas aquáticas em regiões litorâneas do Estado de São Paulo, observaram elevado potencial das plantas em abrigar uma considerável riqueza e abundância de invertebrados.

Para os macroinvertebrados associados às macrófitas, os resultados mostraram diferença no número de espécies do canal principal do rio para a lagoa marginal, e também na escala temporal. Segundo Pagotto et al. (2009), a diferença na riqueza de espécies pode estar relacionada à diversificação de nichos ecológicos. O nicho ecológico não é apenas o espaço físico ocupado por um organismo, mas corresponde também ao seu papel funcional na comunidade e sua posição nos gradientes ambientais e outras condições para sua existência (Odum & Barret, 2007). A abundância e a diversidade desses organismos estão associadas a diferentes fatores tais como disponibilidade de habitats, grau de trofia e de poluição dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). Em decorrência, estes animais são utilizados por muitos pesquisadores como bioindicadores da qualidade da água através de índices bióticos que se baseiam na presença ou ausência dos táxons de macroinvertebrados (Stein et al., 2007; Leunda et al., 2008; Monteiro et al., 2008).

CONCLUSÃO

Conclui-se que no sistema lótico frente ao sistema lêntico, e também na lagoa marginal nas duas épocas do ano (seca e chuva), as comunidades de organismos aquáticos apresentaram mudanças em sua composição. Estas diferenças enfatizam a importância da diversidade de habitats para a biota contribuindo para preservação dos recursos hídricos. Contudo, estudos mais detalhados em sistemas lóticos frente a sistemas lênticos ainda são necessários para o conhecimento e a preservação da biodiversidade, uma vez que, a quantidade ainda reduzida de informações limita o conhecimento da distribuição e abundância dos organismos.

REFERÊNCIAS

- Abra, J., Castilho-Noll, M.S.M., Stephan, L.R. & Henry, R. (2014). Estudo de longo prazo do zooplâncton em lagoas marginais ao Rio Paranapanema. In: Henry, R. (Org.). *Represa de Jurumirim: ecologia, modelagem e aspectos sociais*. Holos Editora, Ribeirão Preto. p. 205-226.
- Afonso, A.A. de O. (2002). Relações da fauna associada à *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth com as variáveis abióticas em lagoas laterais de diferentes graus de conexão ao Rio Paranapanema (zona de desembocadura na Represa de Jurumirim, SP). 169 p. *Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu*.
- Basu, B.K. & Pick, F.R. (1997). Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate river. *Journal of Plankton Research* **19**: 237-253. Doi:10.1093/plankt/19.2.237
- Baumgartner, G., Nakatani, K., Gomes, L.C., Bialecki, A., Sanches, P.V. & Makrakis, M.C. (2004). Identification of spawning sites as natural nurseries in the Upper Paraná River. *Environmental Biology of Fish* **71**: 115-125.

- Bayley P.B. (1989). Aquatic environments in the Amazon Basin, with an analysis of carbon sources, fish production, and yield. In: Dodge, D.P. (Ed.). *Proceedings of the international large rivers symposium*. Canadian Special Publications in Fisheries and Aquatic Science **106**: 399-408.
- Bianchini Jr., I. (1999). A decomposição da Vegetação e o Consumo de Oxigênio nos Reservatórios: Implicações Ecológicas. In: Henry, R. (Ed.). *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Fapesp/Fundibio, Botucatu. p. 627-649.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. (2005). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. *Rima*, São Carlos. 489 pp.
- Bonecker, C.C., Costa, C.L., Velho, L.F.M. & Lansac-Tôha, F.A. (2005). Diversity and abundance of the planktonic rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Paraná State - Mato Grosso do Sul State, Brazil). *Hydrobiologia* **546**: 405-414. Doi:10.1007/s10750-005-4283-2
- Castro, R.J., Foresti, F. & Carvalho, E.D. (2003). Composição e abundância da ictiofauna na zona litorânea de um tributário, na zona de desembocadura no reservatório de Jurumirim, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* **2**: 63-70.
- De Marco-Júnior, P. & Vianna, D.M. (2005). Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil – subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos faunísticos. *Lundiana* **6** (supplement): 13-26.
- Dussart, B.H. & Defaye, D. (1995). *Copepoda: introduction to the Copepoda*. The Hague: SPB Academic Publishing, 277p.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A. (2007). *Phytophilous cladocerans* (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paraná River Valley, Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **24**: 344-352.
- Esteves, F.A. (1998). *Fundamentos em Limnologia*. 2^a ed. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 228p.

- Fernando, C. (2002). *Guide to Tropical Freshwater Zooplankton: Identification, Ecology and Impacts on Fisheries*. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. 291p.
- Ferrareze, M. & Nogueira, M.G. (2013). Phytoplankton assemblages in lateral lagoons of a large tropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology* **73**: 163-171. Doi:10.1590/s1519-698-42013000100017
- Freire, A.G. & Agostinho, A.A. (2000). Distribuição espaço temporal de 8 espécies dominantes da ictiofauna da bacia do alto rio Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensia* **12**: 105-120.
- Gomes, L.C. & Miranda, L.E. (2001). Hydrologic and climatic regimes limit phytoplankton biomass in reservoirs of the Upper Paraná River Basin, Brazil. *Hydrobiologia* **457**: 205–214.
- Henry, R., Costa, M.L.R., Luciano, S., Afonso, A.A.O., Fulan, J.A., Davanso, R.C.S., Stripari, N.L. & Pompêo, M.L.M. (2014). As macrófitas aquáticas na zona de desembocadura dos principais tributários na represa de Jurumirim. In: Henry, R. (Org.). *Represa de Jurumirim: ecologia, modelagem e aspectos sociais*. Holos Editora, Ribeirão Preto. p. 251-260.
- Huszar, V.L.M. & Reynolds, C.S. (1997). Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in a Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Paraná, Brazil): responses to gradual environmental change. *Hydrobiologia* **346**: 169–181.
- Junk, W.J. (1980). Áreas inundáveis – Um desafio para Limnologia. *Acta Amazonica* **10**: 775-795.
- Koste, W. (1978a). *Rotatoria – die Redertiere Mitt Leuropas – I*. Text Band. 237 p.
- Koste, W. (1978b). *Rotatoria – die Redertiere Mitt Leuropas– II*. Text Band. 237 p.
- Langeani, F., Castro, R. M. C., Oyakawa, O.T., Shibatta, O. A., Pavanelli, C. S. & Casatti, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica* **5**: 75-78. Doi:10.1590/s1676-060-32007000300020

- Leunda, P.M., Oscoz, J., Miranda, R. & Ariño, A.H. (2008). Longitudinal and seasonal variation of the benthic macroinvertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. *Ecological Indicators* **9**: 52-63.
- Lopretto, E.C. & Tell, G. (1995). Ecosistemas de aguas continentales: Metodologias para su estudio. Argentina: Ed. Sur. La Plata. tomo III, p. 897-1397.
- Lowe-McConnell, R.H. (1999). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Edusp, São Paulo. 536p.
- Mitsch, W.J. (1996). Mangling the world's wetlands – Preserving and enhancing their ecological functions. *Verh. Intern. Verein. Limnol.* **26**: 139-147.
- Monteiro, T.R., Oliveira, L.G. & Godoy, B.S. (2008). Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP" à bacia do rio Meia Monte-GO. *Oecol. Bras.* **12**: 553-563.
- Mugnai, R., Nessimian, J.L. & Baptista, D.F. (2010). *Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Technical Books Editora. 176 p.
- Neiff, J.J., Neiff, A.P. & Casco, S.A.L. (2001). The effect of prolonged floods on *Eichhornia crassipes* growth in Paraná River floodplain lakes. *Acta Limnologica Brasiliensia* **13**: 51-60.
- Nogueira, M.G. (2000). Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River). *Hydrobiologia* **431**: 115-128.
Doi:10.1023/A:1003769408757
- Nogueira, M.G., Ferrareze, M., Moreira, M.I. & Gouvêa, R.M. (2010). Phytoplankton assemblages in a reservoir cascade of a large tropical - subtropical river (SE, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, **70**, 3 (suppl.): 781-793.
- Odum, E.P. & Barrett, G.W. (2007). *Fundamentos de Ecologia*. Tradução da 5ª. ed. Norte-americana. Cengage Learning, São Paulo. 612p.
- Pace, M.J. & Vaqué, D. (1994). The importance of *Daphnia* in determining mortality rates of protozoans and rotifers in lakes. *Limnology & Oceanography* **39**: 985-996.

- Padisák, J., Köhler, J. & Hoeg, S. (1999). The effect of changing flushing rates on development of late summer *Aphanizomneon* and *Microcystis* populations in a shallow lake, Müggelsee, Berlin, Germany. In: Tundisi, J.G. & Straskraba, M. (Eds). *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. Brazilian Academy of Sciences, International Institute of Ecology and Backhuys Publishers. Leiden. pp. 411-423
- Pagotto, J.P.A.; Goulart, E.; Oliveira, E.F. & Yamamura, C.B. (2009). A Ecomorfologia como Ferramenta para Análise da Estrutura de Assembleias. In: Lansac-Tôha, F.A.; Benedito, E. & Oliveira, E.F. (Org.). *Contribuições da História da Ciência e das Teorias Ecológicas para a Limnologia*. 1ª ed. EDUEM. Maringá. p.327-346.
- Peiró, D.F. & Alves, R.G. (2004). Levantamento preliminar da entomofauna associada à macrófitas aquáticas da região litoral de ambientes lênticos. *Revista da Uniara* **15**: 177-188.
- Pieczynska, E. (1995). Habitas e comunidades litorâneas. In: Jorgensen, S.E. & Loffer, H. (Eds.). *Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento de litorais lacustres*. Itapura-kabo Co., Ltda. Otsu, Shiga, Japão, p. 40-76.
- Pieczynska, E. (1990). Littoral habitats and communities. *Guidelines of Lake Management*, vol. 3, p. 39-71.
- Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C.J. (2003). *Check list f the freshwater fish of South and Central America*. EDIPUCRS, Porto Alegre, 742 p.
- Reynolds, C.S. (1992). Eutrophication and the management of planktonic algae: What Vollenweider couldn't tell us. In: Sutcliffe, D.W. & Jones, J.G. (Eds). *Eutrophication: research and application to water supply*. Ambleside, Freshwater Biological Association Publication.
- Reynolds, C.S. (1999). Phytoplankton assemblages in reservoirs. In: Tundisi, J.G. & Straškraba, M. (Eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Brazilian Academy of Sciences, International Institute of Ecology and Backhuys Publishers. Leiden. p. 439-456.
- Rocha, C.E.F. (1998). New morphological characters useful for the taxonomy of genus *Microcyclops* (Copepoda, Cyclopoida). *J. Mar. System.* **15**: 425-431.

- Rosa, Z.M., Torgan, L.C., Lobo, E.A. & Herzog, L.A.W. (1988). Análise da estrutura de comunidades fitoplanctônicas e de alguns fatores abióticos em trecho do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica. Brasilica* **2**: 31-46.
- Rosén, G. (1981). Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologia* **13**: 263-290.
- Silva, C.V. & Henry, R. (2013). Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal Biology* **73**: 149-162.
- Stein, H., Springer, M. & Kohlmann, B. (2007). Comparison of two sampling methods for biomonitoring using aquatic macroinvertebrates in the Dos Novillos River, Costa Rica. *Ecological Engineering* **34**: 267-275.
- Straškraba, M. & Tundisi, J.G. (2000). Abordagens e métodos de gerenciamento de bacias hidrográficas. In: Straškraba, M. & Tundisi, J.G. (Eds.). *Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas*. ILEC/IEE, São Carlos. v.9: 141-151 p.
- Sommer, U. (1984). The paradox of the plankton: fluctuations of phosphorus availability maintain diversity of phytoplankton in flow-through cultures. *Limnology & Oceanography* **29**: 633 – 636. Doi:10.4319/lo.1984.29.3.0633
- Thomaz, S.M., Roberto, M.C. & Bini, L.M. (1997). Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (Org.). *A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. 1ª ed. EDUEM, Nupélia, Maringá. p.73-102.
- Thomaz, S.M. & Santos, A.M. (2001). Efeito dos pulsos de inundação do rio Paraná sobre a biologia populacional de *Eichhornia azurea* (KUNTH) e *Polygonum ferrugineum* (WEED). In: Universidade Estadual De Maringá. Nupélia/PELD. Site 6 PELD/CNPq – Relatório anual 2001. Coordenação S.M. Thomaz. Maringá, p.279-288.

- Thomaz, S.M., Bini, L.M. & Bozelli, R.L. (2007). Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia* **579**: 1-13. Doi:10.1007/s10750-006-0285-y
- Thomaz, S.M. & Cunha, E.R. (2010). The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia* **22**: 218-236. <http://dx.doi.org/10.4322/actalb.02202011>
- Thorp, J.M. & Mantovani, S. (2005). Zooplankton of turbid and hydrologically dynamic prairie river. *Freshwater Biology* **50**: 1474-1491. Doi:10.1111/j.1365-2427.2005.01422.x
- Vincent, W.F. & Dryden, S.J. (1989). Phytoplankton succession and cyanobacterial dominance in a eutrophic lake of the mid-temperate zone (Lake Okaro, New Zealand). In: Vincent, W.F. (Ed.). *Cyanobacterial growth and dominance in two eutrophic lakes*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. p. 137-163.
- Viroux, L. (2002). Seasonal and longitudinal aspects of microcrustacean (Cladocera, Copepoda) dynamics in a lowland river. *Journal of Plankton Research* **26**: 28-292. Doi:10.1093/plankt/24.4.281
- Wolfenbarger, W.C. (1999). Influences of biotic and abiotic factors on seasonal succession of zooplankton in Hugo Reservoir, Oklahoma, U.S.A. *Hydrobiologia* **400**: 13-31. Doi:10.1023/A:1003738608697

Capítulo 2

*A estrutura das assembleias de peixes em rio é
distinta de lagoa marginal?*

Resumo

A diversidade de habitats é considerada de suma importância para as assembleias de peixes, permitindo que as mesmas utilizem as dimensões espaciais de várias maneiras, com espécies ocorrendo no canal principal do rio e em lagoas marginais. Os locais selecionados para este estudo foi um trecho de rio e uma lagoa marginal em frente, no alto rio Paranapanema e, as coletas de peixes foram efetuadas durante as estações seca e chuvosa. O rio Paranapanema é considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, com sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. A ictiofauna foi composta por 31 espécies, revelando que 21 espécies (68% do total) estiveram presentes nos dois ambientes. A diferença na estrutura das assembleias de peixes nos dois ambientes foi comprovada pela presença de oito espécies exclusivas no canal principal do rio e, na lagoa marginal, apenas por duas. Valores de riqueza de espécies mais altos foram registrados para o trecho do rio, enquanto os maiores valores de abundância de indivíduos foram registrados na lagoa marginal. A abundância de indivíduos mais elevada na lagoa marginal sinaliza que o ambiente é área de alimentação e reprodução e o canal principal do rio um ambiente dispersor de espécies. A estrutura das assembleias de peixes é determinada por um conjunto de fatores bióticos e abióticos que interagem em cada momento e, portanto a ictiofauna utiliza a dimensão espacial dos ambientes aquáticos e, a temporal de diversas maneiras.

Palavras-chave: Ictiofauna, diversidade de habitats, sazonalidade, região Neotropical

Abstract

The diversity of habitats is considered of paramount importance for the fish assemblage, allowing them to use the spatial dimensions in various ways with species occurring in the main channel of the river and oxbow lakes. The locations selected for this study was a stretch of river and an oxbow lake in front of the Upper Paranapanema River, and the collections of fish were made during the dry and rainy seasons. The Paranapanema River is considered one of the most important tributaries of the upper Paraná River, with its source in Paranapiacaba Mountain, State of Sao Paulo, Southeastern Brazil. The fish fauna was composed of 31 species, revealing that 21 species (68%) were present in both environments. The difference in the structure of fish assemblages in both environments was demonstrated by the presence of eight exclusive species in the main river channel and in the oxbow lake, only two. Richness of higher species was recorded for the stretch of the river, whereas the highest values of abundance of individuals were recorded in the oxbow lake. The abundance of individuals higher in the oxbow lake indicates that the environment is a feeding and reproduction area and the main river channel environment a dispersing species. The structure of fish assemblages is determined by a number of biotic and abiotic factors that interact at all times and therefore the fish fauna uses the spatial dimension of aquatic environments and the time in different ways.

Keywords: Fish fauna, habitat diversity, seasonality, Neotropical

INTRODUÇÃO

Os grandes rios Neotropicais apresentam uma elevada diversidade de habitats, que inclui o canal principal e os canais secundários dos cursos de água e áreas úmidas adjacentes, constituídas por uma diversidade de várzeas, lagos e lagoas marginais. Nesta grande variedade de habitats, os rios Neotropicais contribuem para formar gradientes ambientais heterogêneos, considerados de suma importância para a biodiversidade (Thomaz et al., 2007). Diversidade ambiental é comumente encontrada em águas doces Neotropicais (Lowe-McConnell, 1999; Reis et al., 2003) e, mais especificamente, na América do Sul, como por exemplo, nas grandes bacias hidrográficas do Amazonas e Paraná (Langeani et al., 2007).

Para os peixes, a diversidade de habitats é de grande importância, permitindo que os mesmos utilizem as dimensões espaciais de várias maneiras, visto que algumas espécies ocorrem no canal principal do rio e outras, nos ambientes adjacentes (Freire & Agostinho, 2000). A presença de lagoas marginais é considerada importante para a manutenção de grande diversidade, sendo essenciais para as estratégias e táticas de sobrevivência durante o ciclo de vida das diversas espécies, pois os ambientes adjacentes contribuem como áreas de alimentação, reprodução e desenvolvimento dos peixes (Agostinho & Zalewski, 1995).

Durante o ano, a estrutura das assembleias de peixes em sistemas lânticos pode sofrer alterações quando comparada com aquela de espécies presentes em trechos de sistema lótico, situado frontalmente. Geralmente durante a estação seca (águas baixas), as lagoas marginais experimentam menor grau de conectividade hidrológica com o canal principal do rio. Nesses ambientes isolados temporariamente, processos locais que dependem da topografia, cobertura vegetal e suprimento de água determinam as

características físico-químicas da água e regulam a composição e abundância das comunidades de peixes (Tejerina-Garro et al., 1998; Saint-Paul et al., 2000; Suarez et al., 2001).

O alto rio Paraná é a região mais investigada em se tratando de peixes de água doce (Agostinho; Gomes & Pelicice, 2007a). Entretanto, pouco se sabe sobre a estrutura das assembleias de peixes provenientes de um sistema lótico frente a um sistema lêntico. O objetivo deste estudo foi documentar as eventuais diferenças na composição e abundância de espécies de peixes presente num trecho de canal principal de rio, frente a uma lagoa marginal, e neste ambiente lateral, durante as estações seca e chuvosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O Rio Paranapanema é considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, tendo sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. Depois de correr cerca de 930 km e receber os seus principais afluentes, rios Itararé, Pardo, Tibagi e Pirapó (Castro et al., 2003), desemboca na margem esquerda do rio Paraná. A bacia do Alto Paraná apresenta uma complexidade de ambientes lóticos e lênticos, onde a riqueza dos organismos aquáticos se distribui das mais diversas maneiras, utilizando assim, diferentes nichos ecológicos, compondo inúmeros tipos de habitats (Freire & Agostinho, 2000).

As amostragens foram realizadas em dois pontos distintos do Alto Rio Paranapanema, em canal principal do rio (em local situado a 23°31'18"S e a 48°38'01"W) e em lagoa marginal (a 23°31'23"S e a 48°37'56"W) (Figura 1). As condições climáticas do local de estudo durante o ano mostram a alternância sucessiva

de duas estações principais: uma estação seca e uma chuvosa. Para verificar eventuais efeitos da modificação climática durante o ano na diversidade biológica, as amostragens dos organismos aquáticos para a execução do estudo foram realizadas nos meses de abril, julho e agosto/2011 e outubro/2011, janeiro e fevereiro/2012, que tipificam as estações seca e chuvosa, respectivamente.

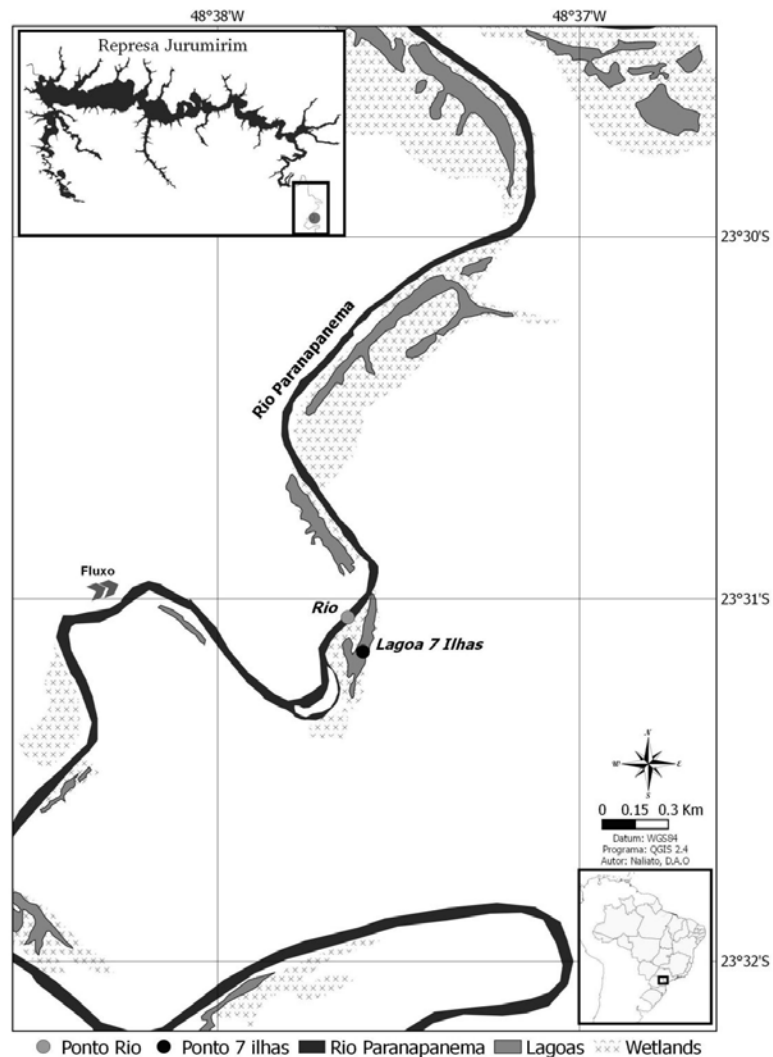


Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil).

Os peixes foram coletados com redes de espera com malhagens de 3 a 14 centímetros entre nós, e quantificados como captura por unidade de esforço (CPUE). Para este objetivo, quantificamos a abundância dos peixes em número de indivíduos por

espécie (N) por 1000m² de redes, com despescas de seis em seis horas, durante 48 horas de exposição. Após a captura, os peixes foram identificados com auxílio de chaves de identificação e guias de referência (Reis et al., 2003; Nelson 2006; Graça & Pavanelli, 2007). Quando a identificação não foi possível, os peixes foram fixados em formol 10% e encaminhados a especialistas. Exemplares testemunhos foram depositados na coleção do Laboratório de Genética e Biologia de Peixes, Instituto de Biociências, UNESP Botucatu, São Paulo, Brasil.

A composição da ictiofauna foi determinada para caracterizar eventual variação espacial e sazonal. Foram obtidos os valores de constância de captura para cada espécie, calculados a partir da fórmula $C = p \times 100/P$ (Dajoz, 1978), na qual C é o valor da constância da espécie, *p* é o número de coletas contendo a espécie e P o número total de coletas efetuadas. As espécies foram consideradas constantes quando apresentaram $C > 50$ (assinalada pelo símbolo: +++), acessórias quando $25 \leq C \leq 50$ (++) e acidentais quando $C < 25$ (+).

Através dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'') (Poole, 1974; Ludwig & Reynolds, 1988); equitabilidade de Pielou (E) (Krebs, 1989) e riqueza de espécies (R) (Odum, 1988), a estrutura das assembleias de peixes foi caracterizada para cada ambiente e período do ano. Utilizando-se a abundância das espécies coletadas, a similaridade entre os ambientes e estações do ano foi determinada através de dendrograma, utilizando-se do índice de Morisita-Horn para seu cálculo, com auxílio do software Past (Hammer et al., 2003).

RESULTADOS

Foram capturados 3.283 exemplares de peixes pertencentes a 31 espécies das ordens Characiformes (19 espécies), Siluriformes (9 espécies), Gymnotiformes (2 espécies) e Perciformes (1 espécie). Das 31 espécies, 21 (68%) estavam presentes no canal principal do rio e na lagoa marginal. A diferença na composição das espécies entre os dois ambientes foi mostrada através da ocorrência exclusiva de *Apareiodon affinis*, *Leporinus octofasciatus*, *Leporinus striatus*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus regani*, *Iheringichthys labrosus*, *Pimelodella avanhandavae* e *Rhinodoras dorbgnii* no canal principal do rio, e de *Metynnis maculatus* e *Piaractus mesopotamicus* exclusivamente na lagoa marginal. Das 21 espécies capturadas nos dois ambientes, 12 foram amostradas nas estações seca e chuvosa (Tabela I).

No canal principal do rio, foram registradas 29 espécies (com um total de 1.438 indivíduos), sendo a assembleia constituída por 20 espécies (808 indivíduos) na estação seca e por 27 espécies (630 indivíduos) no período chuvoso. Das 29 espécies registradas no canal principal do rio, 18 ocorreram em ambas as estações do ano. Das demais 11 espécies, *Iheringichthys labrosus* e *Oligosarcus pintoï* ocorreram somente na estação seca, e *Callichthys callichthys*, *Eigenmannia trilineata*, *Geophagus brasiliensis*, *Gymnotus sylvius*, *Hoplosternum littorale*, *Hypostomus ancistroides*, *H. regani*, *Leporinus octofasciatus* e *Pimelodella avanhandavae* somente na estação chuvosa (Tabela I).

Na lagoa marginal, a assembleia de espécies foi constituída por 23 espécies com abundância total de 1.845 indivíduos. Do total de componentes da ictiofauna, 18 espécies (com um total de 837 indivíduos) foram registradas no período seco e, 21 (com 1.008 indivíduos) na estação chuvosa. Das 23 espécies, 16 ocorreram nas duas estações do ano. Das sete outras espécies, *Eigenmannia trilineata* e *Galeocharax knerii*

ocorreram apenas na estação seca e, *Astyanax fasciatus*, *Callichthys callichthys*, *Metynnis maculatus*, *Piaractus mesopotamicus* e *Rhamdia quelen* somente na estação chuvosa (Tabela I).

A análise de constância de captura permitiu verificar que a ocorrência de doze espécies presentes nos dois ambientes e nas duas estações do ano e, sete nos dois ambientes e uma estação, o que levou a considerar 61% do total como espécies constantes. A análise de constância apontou também que sete espécies (23% do total) estiveram presentes em uma das estações do ano nos dois ambientes ou em duas estações do ano em cada ambiente e, consideradas como acessórias. Cinco espécies (16% do total) foram consideradas acidentais, ou seja, presentes em apenas uma estação e um ambiente (Tabela I).

Examinando-se a organização da ictiofauna, valores mais elevados dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), de equitabilidade de Pielou (E) e de riqueza de espécies (R) foram obtidos para o canal principal do rio em relação à lagoa marginal. Na escala temporal, observou-se uma maior diversidade e equitabilidade para o canal principal do rio, na estação chuvosa. De maneira similar, mais alta diversidade e equitabilidade foram observadas na estação seca, na lagoa marginal. Em relação à riqueza de espécies maiores valores foram observados na estação chuvosa, tanto do canal principal do rio quanto da lagoa marginal (Tabela II).

Maior similaridade na abundância de peixes foi observada na lagoa marginal, quando a assembleia foi comparada na escala temporal, estação seca e estação chuvosa (0,72) (Figura II). Semelhança menor ocorreu com a ictiofauna presente no canal principal do rio na estação seca (0,54) e, finalmente, a assembleia das espécies de peixes menos similar, foi a do canal principal do rio na estação chuvosa (0,40) (Figura II).

Tabela I. Composição, abundância (n) e constância das espécies de peixes no canal principal do rio e lagoa marginal, nas estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

Grupos taxonômicos	RIO		LAGOA MARGINAL			
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	%	Constância
CHARACIFORMES	n	n	n	n	%	Constância
Characidae						
<i>Astyanax altiparanae</i> *° (Garutti & Britski, 2000)	28	64	7	13	1,289683	+++
<i>Astyanax fasciatus</i> * (Cuvier, 1819)	55	65	-	1	0,10	+++
<i>Galeocharax knerii</i> * (Steindachner, 1879)	168	33	1	-	-	+++
<i>Oligosarcus pintoii</i> * (Amaral Campos, 1945)	14	-	25	4	0,396825	+++
<i>Salminus hilarii</i> *° (Valenciennes, 1850)	1	1	11	1	0,10	+++
Parodontidae						
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	131	11	-	-	-	++
Curimatidae						
<i>Cyphocharax modestus</i> *° (Fernández-Yépez, 1948)	38	27	128	183	18,15476	+++
<i>Steindachnerina insculpta</i> *° (Fernández-Yépez, 1948)	85	49	94	157	15,58	+++
Erythrinidae						
<i>Hoplias malabaricus</i> *° (Bloch, 1794)	5	17	34	36	3,571429	+++
Anostomidae						
<i>Leporinus elongatus</i> *° (Valenciennes, 1850)	37	34	5	10	0,992063	+++
<i>Leporinus friderici</i> *° (Bloch, 1794)	54	6	15	11	1,09127	+++
<i>Leporinus octofasciatus</i> (Steindachner, 1915)	-	3	-	-	-	+
<i>Leporinus striatus</i> (Kner, 1858)	7	3	-	-	-	++
<i>Schizodon intermedius</i> *° (Garavello & Britski, 1990)	19	125	106	68	6,75	+++
<i>Schizodon nasutus</i> *° (Kner, 1858)	116	27	43	19	1,88	+++
Serrasalminidae						
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	-	-	-	2	0,20	+
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	-	-	-	3	0,30	+
<i>Serrasalmus maculatus</i> *° (Kner, 1858)	2	45	69	121	12,00	+++
Prochilodontidae						
<i>Prochilodus lineatus</i> *° (Valenciennes, 1837)	7	7	96	12	1,190476	+++
SILURIFORMES						
Callichthyidae						
<i>Callichthys callichthys</i> * (Linnaeus, 1758)	-	3	-	1	0,10	++
<i>Hoplosternum littorale</i> * (Hancock, 1828)	-	10	51	169	16,77	+++
Loricariidae						
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	-	17	-	-	-	+
<i>Hypostomus regani</i> (Ihering, 1905)	-	20	-	-	-	+
Pimelodidae						
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)	6	-	-	-	-	+
<i>Pimelodus maculatus</i> *° (Lacepède, 1803)	22	26	141	184	18,25	+++
Doradidae						
<i>Rhinodoras dorbgnii</i> (Kner, 1855)	8	25	-	-	-	++
Heptapteridae						
<i>Pimelodella avanhandavae</i> (Eigenmann, 1917)	-	4	-	-	-	+
<i>Rhamdia quelen</i> * (Quoy & Gaimard, 1824)	5	3	-	1	0,10	+++
GYMNOTIFORMES						
Sternopygidae						
<i>Eigenmannia trilineata</i> *° (López & Castello, 1966)	-	2	1	-	-	++
Gymnotidae						
<i>Gymnotus sylvius</i> *° (Albert & Fernandes-Matioli, 1999)	-	2	7	11	1,09127	+++
PERCIFORMES						
Cichlidae						
<i>Geophagus brasiliensis</i> *° (Quoy & Gaimard, 1824)	-	1	3	1	0,10	+++
TOTAL	808	630	837	1008		

* Espécies presentes no canal principal do rio e lagoa marginal;

° Espécies presentes nas estações seca e chuvosa.

Tabela II. Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidade de Pielou (E) e Riqueza de espécies (R) das assembleias de peixes no canal principal do rio e lagoa marginal, nas estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

Estação de amostragem	H'	E	R
Rio	3,99	0,82	8,87
Rio (seca)	3,48	0,80	6,54
Rio (chuva)	3,96	0,83	9,29
Lagoa	3,37	0,74	6,74
Lagoa (seca)	3,44	0,82	5,82
Lagoa (chuva)	3,14	0,72	6,66

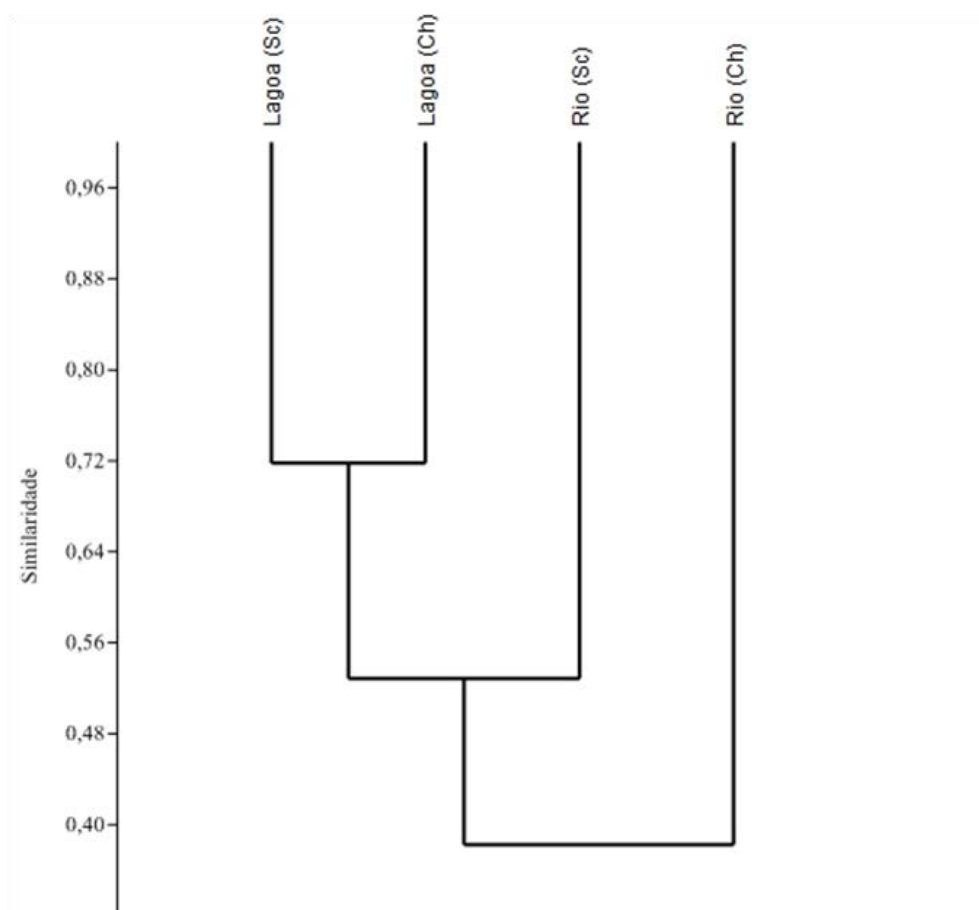


Figura 2. Dendrograma de similaridade (Morisita-Horn) considerando a abundância das assembleias de peixes, presentes no canal principal do rio e na lagoa marginal, nas estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

DISCUSSÃO

Os peixes provenientes do canal principal do rio e lagoa marginal foram compostos por 31 espécies das ordens Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes e Perciformes. A maior proporção de espécies pertence às ordens Characiformes e Siluriformes, seguindo uma tendência observada nos rios da região Neotropical, como verificado no Estado de São Paulo (Castro & Menezes, 1998), no Pantanal (Britski et al., 1999) e na Amazônia (Lowe-McConnel, 1999).

Segundo levantamento da ictiofauna em revisão temporal de estudos, Kurchevski & Carvalho (2014) mostraram que a riqueza obtida em toda a represa de Jurumirim e na zona de desembocadura de seus tributários eleva-se a 58 espécies de peixes. A ictiofauna no presente estudo foi composta por riqueza menor de peixes (31 espécies), devido às características locais do trecho amostrado.

A estrutura da ictiofauna revelou que 68% das espécies estiveram presentes no canal principal do rio e na lagoa marginal. Ambos os locais de estudo apresentaram riqueza bastante similar a registrada na região do alto rio Paraná, incluindo trechos de rio, canais e lagoas marginais conectadas e desconectadas, conforme os estudos realizados por Petry et al., (2003a; 2003b) nos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. O alto rio Paraná, assim como seus afluentes, inclusive o rio Paranapanema, apresenta uma complexidade de ambientes desde lóticos até lênticos e intermediários (semi-lóticos e semi-lênticos), nos quais os organismos aquáticos distribuem-se das mais diversas maneiras, e utilizam diferentes nichos ecológicos, onde a ictiofauna apresenta grande ocupação espacial (Freire & Agostinho, 2000).

No canal principal do rio, maior riqueza de espécies em relação à lagoa marginal foi encontrada, sendo o contrário observado para a quantidade de indivíduos, com maior

abundância na lagoa marginal. Verificou-se que oito espécies de peixes foram exclusivas no canal principal do rio e duas na lagoa marginal, porém, não significa que tais espécies são “especializadas” em ocupar determinados ambientes, sendo algumas consideradas sedentárias, enquanto outras não. Este fato é considerado comum, pois algumas espécies de peixes permanecem residentes em determinada área apresentando movimentos restritos para desova e alimentação, enquanto outras se deslocam espacialmente (Freire & Agostinho, 2000).

A maior abundância de indivíduos presentes na lagoa marginal enfatiza o papel ecológico desses ambientes, sendo estes considerados de grande relevância, pois geralmente acumulam e armazenam nutrientes durante o período de águas altas, proporcionando grande parte da produção primária dos ecossistemas aquáticos lacustres laterais a rios (Junk et al., 1989). Lagoas marginais associadas a rios de médio e grande porte ocupam grandes áreas de várzeas tropicais, e nesses ambientes, o ciclo hidrológico do canal principal do rio é considerado o fator-chave que determina a função do ecossistema e a regulação da biodiversidade (De Graaf, 2003; Arrington & Winemiller, 2006; Tedesco et al., 2008).

Os registros observados são respostas das assembleias de peixes a um conjunto de fatores bióticos e abióticos que ocorrem em determinado momento e que, portanto, utilizam a dimensão espacial e temporal de diversas maneiras (Freire & Agostinho, 2000). A partição de recursos pode ser considerada como um desses fatores, sendo uma característica comum das assembleias de peixes, onde o alimento disponível e o habitat são recursos que mais comumente parecem ser divididos por espécies em coexistência (Wootton, 1990).

A análise de agrupamento mostrou maior similaridade nas abundâncias das assembleias de peixes obtidas nas duas estações do ano na lagoa marginal, diferindo da

abundância da assembleia coletada na estação seca no canal principal do rio e, finalmente daquela amostrada no curso de água na estação chuvosa. A menor similaridade obtida na estação chuvosa no canal principal do rio pode ser atribuída ao fato de que, nesta época, a lagoa marginal e o canal principal do rio estavam conectados e os peixes podem realizar migrações de um ambiente para outro. Isso conferiu maior abundância de peixes na lagoa marginal (1.008 indivíduos) e menor abundância no canal principal do rio (630 indivíduos) durante a estação chuvosa.

Os peixes de uma maneira geral são extremamente flexíveis, tendo desenvolvido durante a evolução um amplo conjunto de adaptações, que ocorrem em todos os níveis de organização biológica. As adaptações permitem aos peixes responder aos efeitos de mudanças naturais em seus habitats, como por exemplo, mudanças sazonais (Sloman et al. 2006; Val 2000; Val & Almeida-Val 1995). Além disso, a flexibilidade de algumas espécies de peixes é considerada de grande importância biológica, pois podem determinar uma variação na diversidade e abundância das espécies de uma temporada à outra (Goulding 1980; Fernandes 1997; Winemiller & Jepsen 1998).

A movimentação das espécies de peixes entre canais principais de rios e lagoas marginais também pode ser devida à procura de áreas de alimentação e reprodução. A atividade alimentar e reprodutiva modifica-se com a variação sazonal do ciclo hidrológico, alterando a disponibilidade dos itens alimentares e dos locais de abrigo. Durante a estação chuvosa (águas altas) ocorre maior disponibilidade de alimentos e áreas de abrigo, juntamente com a dispersão dos peixes nos diversos habitats, intensificando a atividade alimentar e reprodutiva (Junk, 1985).

Contudo, pouco se sabe sobre os movimentos de peixes entre canais principais de rios e lagoas marginais. As chamadas migrações laterais referem-se à movimentação de peixes entre os canais principais e afluentes ou para outras zonas de várzea tais como

lagos e lagoas marginais e, continuam a serem mal documentadas (Winemiller & Jepsen 1998).

CONCLUSÃO

A ictiofauna proveniente do canal principal do rio e de lagoa marginal apresentou algumas modificações em sua estrutura quando os dois ambientes foram comparados. Observou-se uma maior diversidade e riqueza de espécies no canal principal do rio, porém em relação à abundância, os maiores valores foram encontrados na lagoa marginal. Conclui-se que a presença de sistemas lênticos frente a sistemas lóticos é de grande importância, pois a maior abundância de indivíduos na lagoa marginal, em relação àquela ao curso de água, sinaliza que o ambiente lacustre é ocupado pelos peixes tendo em vista que constitui áreas de alimentação e reprodução e, que o canal principal do rio age como ambiente dispersor de espécies.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A. & Zalewski, M. (1995). The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Parana River, Brazil. *Hydrobiologia*, **303**: 141-148.
- Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Pelicice, F.M. (2007a). *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem. 512p.
- Arrington, D.A. & Winemiller, K.O. (2006). Habitat affinity, the seasonal flood pulse, and community assembly in the littoral zone of a Neotropical floodplain river. *J. N. Am. Benthol. Soc.* **25**, 126–141.
- Britski, H.A., Silimon, K.Z.S. & Lopes, B.S. (1999). *Peixes do Pantanal. Manual de identificação*. Embrapa, Brasília. 184p.

- Castro, R.J., Foresti, F. & Carvalho, E.D. (2003). Composição e abundância da ictiofauna na zona litorânea de um tributário, na zona de desembocadura no reservatório de Jurumirim, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological* de São Paulo. In: *Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*, 6: Vertebrados. R. M. C. Castro (ed.), São Paulo, FAPESP. p. 3-13.
- Dajoz, R. *Ecologia Geral*. (1978). Petrópolis: Vozes. 472p.
- De Graaf, G. (2003). The flood pulse and growth of floodplain fish in Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology Sciences*, **2**, 63-70.
- Castro, R.M.C. & Menezes, N.A. (1998). Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do estado **10**, 241–247.
- Fernandes, C.C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains.(1997). *Ecology of Freshwater Fish* **6**: 36-44.
- Freire, A.G. & Agostinho, A.A. (2000). Distribuição espaço temporal de 8 espécies dominantes da ictiofauna da bacia do alto rio Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensia* **12**:105-120.
- Graça, W.J. & Pavanelli, C.S. *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*.(2007). Maringá, EDUEM. 241p.
- Goulding, M. (1980). *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press: Berkeley, CA, USA. 280p.
- Hammer, O., Harper, D.A. & Ryan, P.D. (2003). PAST – Paleontological Statistics ver. 1.12. (Disponível em <http://www.folk.uio.no/ohammer/past>.) Acessado em: 30/11/2014.
- Junk, W.J. (1985). Temporary fat storage, and adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. *Amazoniana*, **IX**: 315-351.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989).The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D. P. (ed.). *Proceedings of the International Large*

River Symposium. Canadian Special Publications in Fisheries and Aquatic Sciences **106**: 110-127.

- Krebs, C.J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper & Row Publishers, New York. 654 pp.
- Kurchevski, G. & Carvalho, E.D. (2014). Os peixes da represa de Jurumirim: revisão temporal de estudos independentes. In: Henry, R. (Org.). *Represa de Jurumirim: ecologia, modelagem e aspectos sociais*. Holos Editora, Ribeirão Preto. p. 325-342.
- Langeani, F., Castro, R. M. C., Oyakawa, O.T., Shibatta, O. A., Pavanelli, C. S. & Casatti, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica* **5**, 75-78. Doi:10.1590/s1676-060-32007000300020
- Lowe-McConnell, R.H. (1999). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Edusp. 536p.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. (1988). New York: JohnWiley & Sons. 337p.
- Nelson, J.S. *Fishes of the world*. 4. ed. (2006) New York, John Wiley & Sons. 600 p.
- Odum, E.P. *Ecologia*. (1988). Rio de Janeiro: Guanabara. 434p.
- Petry, A.C.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (2003a). Spatial variation of the fish assemblage structure from the upper rio Paraná floodplain, Brazil, in a dry year. *Acta Limnologica Brasiliensia* **15**: 1-13.
- Petry, A.C.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (2003b). Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology* **1**: 111-119.
- Poole, R.W. (1974). *An introduction to qualitative ecology*. NewYork: McGraw – Hill.543p.
- Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C.J. (2003). *Check list f the freshwater fish of South and Central America*. Porto Alegre, EDIPUCRS. 742p.

- Saint-Paul, L., Zuanon, J.A., Villacorta Correa, M.A., Garcia, M., Fabré, N.N., Berger, U. & Junk, W.J. (2000). Fish Communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes* **57**: 235-250.
- Sloman, K.A., Wood, C.M., Scott, G.R., Wood, S., & Kajimura, M. (2006). Tribute to Boutilier, R.G.: The effect of size on the physiological and behavioural responses of oscar, *Astronotus ocellatus*, to hypoxia. *Journal of Experimental Biology* **209**: 1197-1205.
- Suarez, Y.R., Petrere Jr., M. & Catella, A.C. (2001). Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS, Brazil). *Fisheries Management and Ecology*, **8**: 173-186.
- Tedesco, P.A., Hugueny, B., Oberdorff, T., Dürr, H.H., Méricoux, S. & de Mérona, B. (2008). River hydrological seasonality influences life history strategies of tropical riverine fishes. *Oecologia* **156**, 691–702.
- Tejerina-Garro, F.L., Fortin, R. & Rodriguez, M.A. (1998). Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia river, Amazon basin. *Environmental Biology of Fishes* **51**: 399-410.
- Thomaz, S.M., Bini, L.M. & Bozelli, R.L. (2007). Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia* **579**, 1:1-13. Doi:10.1007/s10750-006-0285-y
- Val, A.L. & Almeida-Val, V.M.F. (1995). *Fishes of the Amazon and their environment: physiological and biochemical features*. Springer-Verlag, Heidelberg, 224 p.
- Val, A.L. (2000). Organic phosphates in the red blood cells of fish. *Comparative Biochemistry and Physiology* **125A**: 417-435.
- Winemiller, K.O. & Jepsen, D.B. (1998). Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, **53**: 267-296.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. - Fish and Fisheries Series 1, London: Chapman and Hall. 386p.

Capítulo 3

Caracterização da dieta das espécies de peixes em canal principal do rio e lagoa marginal

Resumo

Os peixes apresentam diversas estratégias e táticas de alimentação e seu estudo constitui uma abordagem eficiente para melhor conhecimento da estrutura de comunidades. As fontes de alimento para os peixes são variáveis nas escalas espaciais e temporais. A alta plasticidade alimentar de muitas espécies da ictiofauna é geralmente devido a modificações no espaço e no tempo, determinadas pelas diferentes condições abióticas do ambiente e pelas ofertas de alimento. Os locais selecionados para este estudo foi um trecho de rio e uma lagoa marginal em frente, no alto rio Paranapanema e, as coletas de peixes foram efetuadas durante as estações seca e chuvosa. O Rio Paranapanema é considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, com sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. As 25 espécies de peixes provenientes dos dois ambientes, coletadas nas duas estações do ano, consumiram um total de 44 itens alimentares, agrupados em diferentes categorias de táxons. Durante todo o estudo, os recursos mais explorados pelas assembleias de peixes foram os itens: “fragmento vegetal”, “inseto aquático” e “detrito orgânico/sedimento”. Diferenças significativas na amplitude de nicho foram observadas entre os dois ambientes e épocas do ano, visto a maior disponibilidade de recursos alimentares na lagoa marginal. As áreas adjacentes aos rios são, portanto, locais de grande importância para a alimentação das espécies de peixes.

Palavras-chave: ictiofauna, disponibilidade de recursos, amplitude de nicho, sazonalidade

Abstract

Fish present various feeding strategies and tactics and their study is an efficient approach to learn about community structure. Food sources for fish vary in spatial and temporal scales. The high plasticity feed on many species of fish fauna is usually due to changes in space and time, determined by different abiotic conditions of the environment and the food offerings. The locations selected for this study was a stretch of river and an oxbow lake in front of the Upper Paranapanema River, and samplings of fish were made during the dry and rainy seasons. The Paranapanema River is considered one of the most important tributaries of the upper Paraná River, with its source in Paranapiacaba Mountain, State of São Paulo, Southeastern Brazil. The 25 fish species from the two environments, collected in the two seasons, consumed a total of 44 food items, grouped into different rate categories. Throughout the study, the most exploited resources by fish assemblages were the vegetable items, aquatic insect and organic detritus/sediment. Significant differences in the niche breadth were observed between the two environments and times of the year, as the increased availability of food resources in the oxbow lake. Adjacent areas to rivers are therefore places great importance for the feeding of fish species.

Keywords: fish fauna, resource availability, niche breadth, seasonality

INTRODUÇÃO

A grande diversidade de espécies de peixes, encontrada em sistemas aquáticos Neotropicais, é determinante para o reconhecimento das diversas estratégias e táticas de alimentação apresentadas pelos componentes da ictiofauna, possibilitando o uso dos mais diferentes recursos alimentares disponíveis (Brandão-Gonçalves et al., 2009). As estratégias alimentares e as relações tróficas das diferentes espécies da ictiofauna constituem uma abordagem eficiente para o melhor entendimento da estrutura de comunidades (Polis & Winemiller, 1996), pois os peixes ocupam todos os níveis tróficos da cadeia alimentar. O alimento consumido permite determinar grupos tróficos distintos e inferir sobre a estrutura da ictiofauna, grau de importância dos diferentes níveis tróficos e inter-relações entre seus componentes (Wootton, 1992).

Muitas espécies de peixes exibem alta plasticidade alimentar, determinadas por alterações na dieta afetadas por modificações espaciais e sazonais, visto que em ambientes e períodos distintos, diferentes condições abióticas e de ofertas de alimento são produzidas (Lowe-McConnell, 1999). A modificação sazonal dos ambientes Neotropicais é uma das causas de grande influência nas mudanças da estrutura das assembleias de peixes (Winemiller & Jepsen, 1998), visto que algumas espécies realizam migrações laterais, deslocando-se do canal principal dos rios para as lagoas marginais ou vive-versa (Cox-Fernandes, 1997).

As assembleias de peixes estão sendo estudadas há décadas. Uma proliferação de levantamentos nos últimos anos envolve particularmente as caracterizações tróficas de seus componentes com finalidade de fornecer subsídios relevantes para a compreensão das relações ecológicas entre a fauna de peixes e os outros componentes

da biota aquática (Hahn et al., 1998; Pereira et al., 2007; Novakowski et al., 2008; Esteves et al., 2008).

O conhecimento das fontes alimentares utilizadas pelos peixes fornece dados sobre o habitat em que vivem, a disponibilidade de alimento e aspectos comportamentais das espécies (Hahn et al., 1997). Ross (1986) afirma também que o estudo da dieta alimentar dos peixes é a melhor abordagem para mostrar as inter-relações entre espécies e os fenômenos, como por exemplo, abundância ou escassez de algum tipo de alimento, que estão acontecendo num determinado momento. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a atividade alimentar e a disponibilidade de recursos para os peixes comparando dois ambientes, um sistema lótico (canal principal do rio) *versus* um sistema lêntico (lagoa marginal) em duas estações do ano (seca *versus* chuvosa).

MATERIAL E MÉTODOS

O Rio Paranapanema é considerado um dos mais importantes tributários do alto rio Paraná, tendo sua nascente localizada na Serra da Paranapiacaba, no Estado de São Paulo, Sudeste Brasileiro. Depois de correr cerca de 930 km e receber os seus principais afluentes, rios Itararé, Pardo, Tibagi e Pirapó (Castro et al., 2003), desemboca na margem esquerda do rio Paraná. A bacia do Alto Paraná apresenta uma complexidade de ambientes lóticos e lênticos, onde a riqueza dos organismos aquáticos se distribui das mais diversas maneiras, utilizando assim, diferentes nichos ecológicos, compondo inúmeros tipos de habitats (Freire & Agostinho, 2000).

As amostragens foram realizadas em dois pontos distintos do Alto Rio Paranapanema, no canal principal do rio (em local situado a 23°31'18"S e a

48°38'01"W) e em lagoa marginal (a 23°31'23"S e a 48°37'56"W) (Figura 1). As condições climáticas do local de estudo durante o ano mostram a alternância sucessiva de duas estações principais: uma estação seca e uma chuvosa. Para verificar eventuais efeitos da modificação climática durante o ano na diversidade biológica, as amostragens dos organismos aquáticos para a execução do estudo foram realizadas nos meses de abril, julho e agosto/2011 e outubro/2011, janeiro e fevereiro/2012, que tipificam as estações seca e chuvosa, respectivamente.

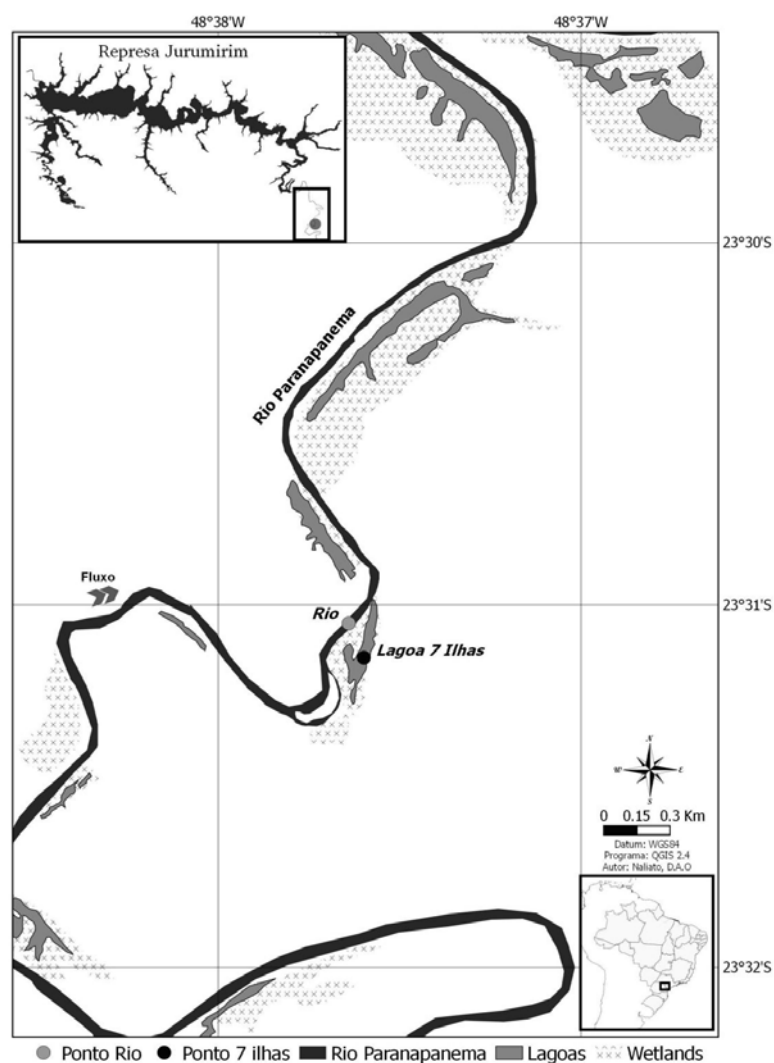


Figura 1. Localização geográfica do local de estudo no canal principal do rio e em lagoa marginal (alto rio Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil).

Os peixes foram coletados com redes de espera com malhagens de 3 a 14 centímetros entre nós, e quantificados como captura por unidade de esforço (CPUE). Para este objetivo, quantificamos a abundância dos peixes em número de indivíduos por espécie (N) por 1000m² de redes, com despescas de seis em seis horas, durante 48 horas de exposição. Após a captura, os peixes foram identificados quando possível com auxílio de chaves de identificação e guias de referência (Reis et al., 2003; Nelson 2006; Graça & Pavanelli, 2007). Quando a identificação não foi possível, os peixes foram fixados em formol 10% e encaminhados a especialistas. Exemplares testemunhos foram depositados na coleção do Laboratório de Genética e Biologia de Peixes, Instituto de Biociências, UNESP - Botucatu, São Paulo, Brasil.

O comprimento total (cm, Lt), o comprimento padrão (cm, Ls) e o peso total (g, Wt) foram medidos para todos os peixes individualmente. No laboratório, os peixes foram dissecados por incisão abdominal mediana e da abertura anal até a região do opérculo. Os estômagos e o terço anterior do intestino foram separados por uma secção do intestino imediatamente antes do ceco pilórico. Os conteúdos estomacais foram fixados em formaldeído a 4% e, posteriormente, transferidos para o álcool etílico (70%) para uma análise detalhada das dietas.

Os itens alimentares foram analisados sob estereomicroscópio e identificados até o menor nível taxonômico possível. A literatura utilizada para identificação dos itens alimentares foi apresentada no Capítulo 1. A dieta das espécies de peixes foi avaliada com base na análise de todos os conteúdos estomacais. No entanto, espécies mal representadas em cada estação do ano foram omitidas da análise, sendo os resultados apresentados apenas para as espécies com pelo menos três indivíduos com conteúdo estomacal. Para uma melhor interpretação da dieta e níveis tróficos, os itens alimentares foram agrupados em diferentes categorias de taxóns.

As categorias de taxóns identificados nos estômagos das espécies de peixes envolveram: “Algas” (que incluem componentes das classes Baccilariophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae e Zignemaphyceae), “Vegetais” (constituídos por sementes e fragmentos vegetais, como folhas, raízes e frutos), “Crustáceos” (englobando indivíduos de Amphipoda e Decapoda), “Microcrustáceos” (grupo formado por organismos de Cladocera, Copepoda, Conchostraca e Ostracoda), “Outros Macroinvertebrados” (conjunto de indivíduos de Aracnidae, Bivalvia, Gastropoda, Rotifera e Tecameba); “Insetos Aquáticos” (que incluem organismos de Coleoptera, Diptera, Chironomidae, Ceratopogonidae, Chaoboridae, Culicidae, Dysticidae, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata, Gomphidae, Libellulidae, Trichoptera e “restos” não identificáveis, como asas, patas e cabeças); “Insetos Terrestres” (envolvendo componentes de Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Orthoptera e “restos” não identificáveis, como asas, patas e cabeças), “Peixes” (formado por indivíduos das ordens Characiformes e Siluriformes, das espécies de *Astyanax* sp., *Steindachnerina insculpta*, *Geophagus* sp. e “restos” não identificáveis, como músculos, espinhos, escamas e nadadeiras) e “Detritos orgânicos/Sedimento” (constituídos por partículas de matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição e com partículas minerais presentes).

Após a identificação dos itens alimentares, calculou-se a amplitude de nicho para cada espécie, ambiente e estação do ano de acordo com o índice de Shannon (Zar, 1984), seguindo a fórmula:

$$H' = n \log n - \sum f_i \log f_i / n$$

onde: H': amplitude de nicho; *n*: tamanho da amostra de alimento; *f*: número de ocorrência do item alimentar *i*; e *i*: item alimentar. Utilizou-se o teste *t* em nível de significância $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) (Zar, 1984) para comparar a amplitude de nicho trófico

entre as espécies e habitats (canal principal do rio *versus* lagoa marginal) e estações do ano (seca *versus* chuvosa).

RESULTADOS

Foram analisados 1.759 indivíduos (de um total de 25 espécies) com conteúdo estomacal, provenientes do canal principal do rio e lagoa marginal nos dois períodos do ano (estação seca e chuvosa) (Tabela I). No conteúdo estomacal das 25 espécies analisadas, 44 itens alimentares foram identificados, que constituíram oito categorias de táxons na estação seca e nove na estação chuvosa, no canal principal do rio. Na lagoa marginal, nove categorias de táxons foram registradas nas duas estações (seca e chuvosa).

Nos dois ambientes (canal principal do rio e lagoa marginal) e nas duas estações do ano (seca e chuvosa), os peixes apresentaram alta variedade de dietas alimentares, que incluem praticamente todos os níveis tróficos. Entretanto, algumas espécies foram marcadamente especializadas alimentando-se apenas de alguns itens alimentares.

No canal principal do rio, foram analisados 307 indivíduos (de 15 espécies) na estação seca e 345 indivíduos (de 20 espécies) na estação chuvosa. As 15 espécies coletadas na estação seca alimentaram-se de 19 itens atribuídos a oito categorias de táxons, sendo as categorias “fragmento vegetal” e “detrito orgânico/sedimento” as mais consumidas pelas espécies. *Astyanax altiparanae*, *Astyanax fasciatus* e *Rhinodoras dorbignyi* foram espécies que exploraram a maioria dos recursos alimentares, consumindo uma maior diversidade de itens (Tabela II).

Tabela I. Número de indivíduos com conteúdo estomacal pertencentes as espécies de peixes analisadas no canal principal do rio e lagoa marginal, na estação seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

Grupos taxonômicos		RIO		LAGOA MARGINAL	
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
CHARACIFORMES	Acrônimo				
Characidae					
<i>Astyanax altiparanae</i> (Garutti & Britski, 2000)	<i>Aalti</i>	16	38	4	12
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	<i>Afasc</i>	39	23	-	-
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	<i>Gkner</i>	6	7	-	-
<i>Oligosarcus pintoii</i> (Amaral Campos, 1945)	<i>Opint</i>	5	-	7	-
<i>Salminus hilarii</i> (Valenciennes, 1850)	<i>Shila</i>	-	-	4	-
Parodontidae					
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	<i>Aaffi</i>	10	-	-	-
Curimatidae					
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	<i>Cmode</i>	34	22	86	122
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	<i>Sinsc</i>	65	22	51	97
Erythrinidae					
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	<i>Hmala</i>	-	12	6	21
Anostomidae					
<i>Leporinus elongatus</i> (Valenciennes, 1850)	<i>Lelon</i>	14	11	3	4
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	<i>Lfrid</i>	11	5	12	6
<i>Leporinus octofasciatus</i> (Steindachner, 1915)	<i>Locto</i>	-	3	-	-
<i>Schizodon intermedius</i> (Garavello & Britski, 1990)	<i>Sinte</i>	3	73	60	41
<i>Schizodon nasutus</i> (Kner, 1858)	<i>Snasu</i>	76	26	27	18
Serrasalminidae					
<i>Serrasalmus maculatus</i> (Kner, 1858)	<i>Smacu</i>	-	31	39	98
Prochilodontidae					
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	<i>Pline</i>	-	4	45	-
SILURIFORMES					
Callichthyidae					
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	<i>Hlito</i>	-	4	24	87
Loricariidae					
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	<i>Hanci</i>	-	12	-	-
<i>Hypostomus regani</i> (Ihering, 1905)	<i>Hrega</i>	-	17	-	-
Pimelodidae					
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)	<i>Ilabr</i>	4	-	-	-
<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède, 1803)	<i>Pmacu</i>	14	14	80	136
Heptapteridae					
<i>Pimelodella avanhandavae</i> (Eigenmann, 1917)	<i>Pavan</i>	-	3	-	-
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	<i>Rquel</i>	4	3	-	-
Doradidae					
<i>Rhinodoras dorbgynii</i> (Kner, 1855)	<i>Rdorb</i>	6	15	-	-
GYMNOTIFORMES					
Gymnotidae					
<i>Gymnotus sylvius</i> (Albert & Fernandes-Matioli, 1999)	<i>Gsylv</i>	-	-	7	10
Total		307	345	455	652

Na estação chuvosa, as 20 espécies amostradas exploraram 27 itens alimentares de nove categorias de táxons, sendo as categorias “fragmento vegetal”, “insetos aquáticos” (constituídos principalmente por organismos da ordem Ephemeroptera) e “detrito orgânico/sedimento” as mais exploradas pelos peixes. As espécies *A. altiparanae*, *A. fasciatus*, *Hoplosternum littorale*, *Pimelodella avanhandavae*, *Pimelodus maculatus* e *Serrasalmus maculatus* consumiram maior variedade de itens alimentares nesta estação do ano (Tabela III).

A ausência da categoria “Crustáceo” na dieta dos peixes na estação seca no canal principal do rio foi a única diferença em relação a aquela determinada na estação chuvosa. Neste local, maior diversidade de itens alimentares explorados pelas espécies de peixes foi verificada na estação chuvosa e, constituída principalmente pela categoria “inseto aquático”.

Na lagoa marginal, 455 indivíduos (de 15 espécies) foram analisados na estação seca e 652 (de 12 espécies) na estação chuvosa. Na estação seca, as 15 espécies examinadas exploraram 37 itens alimentares, de nove categorias de táxons, sendo “fragmento vegetal”, “inseto aquático” (constituídos principalmente por organismos de Diptera, Chironomidae, Ephemeroptera, Trichoptera e “restos” não identificáveis) e “restos” não identificáveis de peixes foram os mais consumidos. As espécies *Gymnotus sylvius*, *H. littorale*, *Leporinus elongatus*, *P. maculatus* e *S. maculatus* consumiram maior número de itens alimentares (Tabela IV).

As 12 espécies analisadas na estação chuvosa exploraram a mesma quantidade de itens que na estação seca (37), pertencentes a nove categorias de táxons, sendo “fragmento vegetal”, “insetos aquáticos” (constituídos principalmente por indivíduos de Ceratopogonidae, Ephemeroptera e Trichoptera) e “detrito orgânico/sedimento” as mais

consumidas. Na estação seca, *H. littorale*, *P. maculatus* e *S. maculatus* foram espécies que exploraram maior variedade de itens alimentares (Tabela V).

Após a identificação dos itens alimentares, a amplitude de nicho foi quantificada para todas as espécies agrupadas em cada ambiente. Diferença significativa na exploração dos itens alimentares foi observada entre o canal principal do rio ($H' = 0,98$) e lagoa marginal ($H' = 2,16$) ($t = 1,38$, $p < 0,05$).

A amplitude de nicho foi analisada também para cada espécie de peixes separadamente, em cada ambiente e cada estação do ano (Tabela VI). Algumas espécies comuns nas duas estações diferiram acentuadamente em suas dietas e apresentaram diferenças altamente significativas na amplitude de nicho.

Por exemplo, no canal principal do rio, as espécies comuns registradas nas duas estações do ano que apresentaram maior diferença na amplitude de nicho foram representadas por *A. altiparanae*, *G. knerii*, *P. maculatus* e *S. nasutus* (Tabela VI).

Assim como no canal principal do rio, as espécies comuns (*A. altiparanae*, *L. elongatus* e *P. maculatus*) coletadas na estação seca e chuvosa e, provenientes da lagoa marginal também apresentaram diferenças altamente significativas na amplitude de nicho (Tabela VI).

Tabela II. Composição da dieta das espécies de peixes analisadas no canal principal, estações seca (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

ITENS/ESPÉCIES	Aaffi	Aalti	Afasc	Cmode	Gkner	Ilabr	Lelon	Lfrid	Opint	Pmacu	Rquel	Rdorb	Sinte	Snasu	Sinsc
ALGA															
Baccilariphyceae	3			23											28
Cyanophyceae	8			11											3
Zignematophyceae		3	11	1										34	
VEGETAL															
Semente		2	1												
Fragmento vegetal		12	22		1		9	11			1		3	71	
MICROCRUSTÁCEO															
Ostracoda												1			
OUTROS INVERTEBRADOS															
Bivalvia						1	5								
INSETO AQUÁTICO															
Chironomidae						4	1					5			
Diptera												5			
Ephemeroptera									1			2			
Odonata										2					
Trichoptera			1			3	1			5		4			
Restos não identificáveis	1		5												
INSETO TERRESTRE															
Coleoptera			1												
Hemiptera			3												
Hymenoptera		1	2												
Orthoptera										1					
PEIXE															
Restos não identificáveis		3			5				5	8	3				
DETRITO ORGÂNICO/SEDIMENTO															
Matéria orgânica/sedimento	10		6	34		4	2			6	1	3			65
Total de indivíduos	10	16	39	34	6	4	14	10	5	14	4	6	3	76	65

Tabela III. Composição da dieta das espécies de peixes analisadas no canal principal, estação chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

ITENS/ESPÉCIES	Aalti	Afasc	Cmode	Gkner	Hmala	Hlito	Hanci	Hrega	Lelon	Lfrid	Locto	Pavan	Pmacu	Pline	Rquel	Rdorb	Sinter	Snasu	Smacu	Sinscu
ALGA																				
Baccilariophyceae			7				12	10						2						11
Clorophyceae	1																			
Cyanophyceae			2				5	3						3						1
Zignematophyceae	3	1	1											2						1
VEGETAL																				
Semente	9												2						1	
Fragmento vegetal	20	14				1			1	5		2	2				73	27	2	
CRUSTÁCEO																				
Decapoda													1							
MICROCRUSTÁCEO																				
Ostracoda						1											1			
OUTROS INVERTEBRADOS																				
Bivalvia									5				1			2				
INSETO AQUÁTICO																				
Coleoptera		1									1									
Diptera												1								
Chironomidae						1						1				7				
Ceratopogonidae	1																			
Ephemeroptera	3	7		2		1			1		1	1	1			9			2	
Hemiptera												1								
Odonata												1								
Libellulidae	2																			
Trichoptera		2				1			1			1	2			10				
Restos não identificáveis	4								1				4		1				1	
INSETO TERRESTRE																				
Coleoptera	7					1						2							2	
Hemiptera		1																		
Hymenoptera	2					1						2							1	
Restos não identificáveis	4	3				1							2						3	
PEIXE																				
Characiforme	1				4											1				
Astyanax sp.				2																
Restos não identificáveis				4	8							2	3		1				21	
DETRITO ORGÂNICO/SEDIMENTO																				
Matéria orgânica/sedimento	2	1	22			1	12	17	4		2		2	4		1				21
Total de indivíduos	38	23	22	7	12	4	12	17	11	5	3	3	14	4	3	14	73	27	31	21

Tabela IV. Composição da dieta das espécies de peixes analisados na lagoa marginal, na estação seca (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil)

ITENS/ESPÉCIES	<i>Aalti</i>	<i>Cmode</i>	<i>Gsylv</i>	<i>Hmala</i>	<i>Hlitor</i>	<i>Lelon</i>	<i>Lfrid</i>	<i>Opint</i>	<i>Pmacu</i>	<i>Pline</i>	<i>Shila</i>	<i>Sinte</i>	<i>Snasu</i>	<i>Smacu</i>	<i>Sinsc</i>
ALGA															
Baccilariophyceae		55								38					33
Cyanophyceae		25								29					8
Zignematophyceae		2								14		1	13		
VEGETAL															
Semente							1								
Fragmento vegetal	4		4			1	3		7	2		60	24	5	
CRUSTÁCEO															
Amphipoda					1			1							
MICROCRUSTÁCEO															
Cladocera					2	1			7						
Conchostraca									1						
Ostracoda					14				5						
OUTROS INVERTEBRADOS															
Aracnidae					1				7						
Bivalvia									6						
Gastropoda									2						
Tecameba										1					
INSETO AQUÁTICO															
Coleoptera									6						
Diptera			1		3	1		1	17					1	
Chironomidae			4		11	1	3		41					1	
Ceratopogonidae					10		4		10						
Chaoboridae					16				23						
Culicidae									1						
Ephemeroptera			1		13	1	5		35					1	
Hemiptera					1				2						
Odonata			2	1		1			8						
Gomphidae									1						
Libellulidae									4						
Trichoptera	1		3		21	1	5		43						
Restos não identificáveis			4		2	1			10	1				1	
INSETO TERRESTRE															
Coleoptera									1					2	
Diptera					1				1						
Hemiptera									1		1				
Hymenoptera														1	
Restos não identificáveis										1					
PEIXE															
Characiforme								1							
<i>S. insculpta</i>				2											
Siluriforme				1											
<i>Geophagus</i> sp.				1											
Restos não identificáveis	3		1	2				4	6		3			35	
DETRITO ORGÂNICO/SEDIMENTO															
Matéria orgânica/sedimento		85				1	7		46						51
Total de indivíduos	4	85	7	6	24	3	12	7	80	44	7	60	27	39	51

Tabela V. Composição da dieta das espécies de peixes analisados na lagoa marginal, na estação chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

ITENS/ESPÉCIES	Aalti	Cmode	Gsylv	Hmala	Hlito	Lelon	Lfrid	Pmacu	Sinte	Shasu	Smacu	Sinsc
ALGA												
Baccilariophyceae		99										70
Cyanophyceae	2	34										14
Zygnemaphyceae		20										10
VEGETAL												
Semente	4			1			1					
Fragmento vegetal	2			2			3	1	41	18	11	
CRUSTÁCEO												
Amphipoda				2								
MICROCRUSTÁCEO												
Cladocera			1		35			5				
Copepoda					6							
Conchostraca					1		2	3				
Ostracoda					29			4				
OUTROS INVERTEBRADOS												
Aracnidae					1			1				
Bivalvia					10		1	10				
Gastropoda					6			3				
Rotifera					2							
Tecameba					14							
INSETO AQUÁTICO												
Coleoptera				1								
Dysticidae					11							
Diptera					1			1				
Chironomidae			2		40		1	12				
Ceratopogonidae			2		24	1		8			2	
Chaoboridae					2			1				
Ephemeroptera	5		9	1	53	4	1	125			19	
Hemiptera	1				14			2			1	
Odonata			1		5			4				
Gomphidae											3	
Libellulidae				2								
Trichoptera			2		34		1	10			4	
Restos não identificáveis					2						4	
INSETO TERRESTRE												
Coleoptera											4	
Diptera	1											
Hemiptera					2						1	
Hymenoptera	1							1				
Restos não identificáveis								1			1	
PEIXE												
Characiforme				5								
<i>S. insculpta</i>				2								
Restos não identificáveis				10				2			72	
DETRITO ORGÂNICO/SEDIMENTO												
Matéria orgânica/sedimento	1	122	1		54		2	5				91
Total de indivíduos	12	122	10	21	87	4	6	136	41	18	98	91

Tabela VI. Amplitude de nicho quantificado através do índice de Shannon para as espécies de peixes no canal principal do rio e lagoa marginal, estações seca e chuvosa (alto rio Paranapanema, São Paulo, Brasil).

ESPÉCIES	RIO		LAGOA MARGINAL	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<i>Apareiodon affinis</i>	0.57	–	–	
<i>Astyanax altiparanae</i>	0.63	0.92*	0.38	0.81*
<i>Astyanax fasciatus</i>	0.73	0.68	–	
<i>Cyphocarax modestus</i>	0.59	0.52	0.58	0.62
<i>Galeocharax kneri</i>	0.20	0.45*	–	
<i>Gymnotus sylvius</i>	–	–	0.84	0.87
<i>Hoplias malabaricus</i>	–	0.28	0.67	0.80
<i>Hoplosternum littorale</i>	–	0.95	0.96	1.10
<i>Hypostomus ancistroides</i>	–	0.58	–	
<i>Hypostomus regani</i>	–	0.54	–	
<i>Iheringichthys labrosus</i>	0.56	–	–	
<i>Leporinus elongatus</i>	0.55	0.66	0.95	0.22*
<i>Leporinus friderici</i>	0.00	0.00	0.80	0.86
<i>Leporinus octofasciatus</i>	–	0.01	–	
<i>Oligosarcus pintoii</i>	0.20	–	0.50	
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	–	0.97	–	
<i>Pimelodus maculatus</i>	0.62	0.96*	1.15	0.68*
<i>Prochilodus lineatus</i>	–	0.68	0.75	
<i>Rhamdia quelen</i>	0.41	0.48	–	
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	0.73	0.64	–	
<i>Salminus hilarii</i>	–	–	0.41	
<i>Schizodon intermedius</i>	0.00	0.00	0.04	0.00
<i>Schizodon nasutus</i>	0.27	0.00*	0.28	0.32
<i>Serrasalmus maculatus</i>	–	0.58	0.48	0.62
<i>Steindachnerina insculpta</i>	0.48	0.52	0.54	0.59

* Diferença significativa na amplitude de nicho das espécies entre as estações de cada ambiente ($p < 0.05$)

DISCUSSÃO

A análise do conteúdo estomacal evidenciou que 44 itens alimentares foram explorados pela ictiofauna, sendo que observou-se espécies que exploraram praticamente todos os recursos alimentares disponíveis, e algumas espécies um número reduzido. Apesar da existência de peixes com dietas mais especializadas, isto não os impede de explorar recursos alimentares que se tornam abundantes. Poucas espécies de peixes apresentam adaptações morfo-fisiológicas que restringem o consumo de recursos específicos (Vidotto-Magnoni, 2009).

Apesar de um maior número de recursos alimentares terem sido explorados pelos peixes da lagoa marginal, fato este que pode estar associado à maior abundância de seus indivíduos neste ambiente (ver composição da ictiofauna no capítulo 2), não foi observado uma marcante mudança em seus hábitos alimentares em escala espacial e temporal. Contudo, este resultado pode estar associado a atividade alimentar dos peixes da região Neotropical, que apresentam padrões alimentares bastante diversificados, incluindo uma ampla gama de espécies generalistas/oportunistas que mostram grande diversidade e flexibilidade em suas dietas (Lowe-McConnell, 1999).

A variedade de tipos de alimentos explorados pelos peixes do canal principal do rio e lagoa marginal indica que eles ocupam todos os níveis tróficos, desde aqueles que exploram alimentos da base das cadeias até os predadores de topo. No entanto, em nível de assembleia, pode-se afirmar que maior parte da energia transferida é originada nos recursos vegetais, insetos aquáticos e detrito orgânico/sedimento.

O registro de vegetais nas dietas de peixes parece comum em toda a América do Sul (Goulding, 1980), e a abundância desse item é fortemente influenciada por variações espaciais e temporais, principalmente nas planícies inundáveis (Goulding, 1980). Mudanças temporais podem favorecer o crescimento de plantas aquáticas, permitindo a sua exploração pelas espécies de peixes que utilizam esses recursos (Ximenes et al. , 2011).

A exploração da categoria “inseto aquático” foi bastante acentuada pelas espécies de peixes. O uso de insetos aquáticos como um recurso alimentar é considerado de extrema importância, constituindo os principais itens na dieta dos peixes, uma vez que apresentam grande diversidade e ampla ocorrência em todos os ambientes (Lowe-McConnell, 1999). Winemiller (1990) observou maior disponibilidade de insetos aquáticos durante os períodos de águas altas (estação chuvosa). No presente estudo,

verificou-se que os insetos aquáticos foram importantes na dieta dos peixes nos dois ambientes estudados e nas duas estações do ano (canal principal do rio e lagoa marginal).

A categoria “detrito orgânico/sedimento” foi outro recurso relevante na alimentação das espécies de peixes. Através da cadeia de decomposição, os detritos orgânicos presente no sedimento são importantes para manter a fauna de peixes. Constitui a principal via de fluxo de energia e ciclagem de nutrientes nas grandes bacias hidrográficas sul-americanas (Bowen, 1984), e o predomínio desta categoria de táxon sugere que deva ser um recurso valioso e abundante (Bowen, 1984; Fugi, 1993; Gerking, 1994).

Além disso, a ingestão do recurso alimentar “detrito orgânico/sedimento” pelas espécies de peixes deve ser uma estratégia para o incremento da eficiência de transferência de energia nas cadeias alimentares da comunidade e, conseqüentemente, propicia um aumento de biomassa dos peixes (Catella & Petrere, 1996). “Detrito orgânico/sedimento” foi o item alimentar mais importante para todas as espécies de peixes em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (Meschiatti, 1995), em reservatório localizado no médio rio Paranapanema (Souto, 2011), assim como para a ictiofauna do alto rio Paraná (Agostinho & Julio Jr., 1999).

Os peixes que exploraram a maior diversidade de itens alimentares podem ser considerados oportunistas (que se alimentam de fonte não usual de sua dieta ou fazem uso de recursos alimentares abundantes e incomuns) e generalistas (sem preferência acentuada por uma fonte alimentar, utilizando um amplo espectro de alimentos) (Gerking, 1994). Estudos de ecologia trófica têm revelado uma considerável versatilidade alimentar para a maioria dos teleósteos. Este é um aspecto particularmente marcante na ictiofauna fluvial tropical, especialmente em rios que apresentam

sazonalidade evidente (Goulding, 1980; Hahn et al., 1997a; Lowe-McConnell, 1999; Santos & Ferreira, 1999).

A despeito da diversidade dos itens alimentares explorados, considerando todas as espécies presentes no canal principal do rio e na lagoa marginal, a análise de amplitude de nicho mostrou que a exploração dos recursos alimentares pelas assembleias diferiu significativamente. As espécies comuns nos dois ambientes e estações (seca e chuvosa), também apresentaram diferenças significativas na amplitude de nicho. Dados de amplitude de nicho são bastante utilizados como complemento da composição da dieta de peixes, pois auxiliam na interpretação do grau de especialização alimentar de uma dada espécie (Bozza & Hahn, 2010).

A diferença nos valores de amplitude de nicho durante as estações do ano em cada ambiente é devida a uma melhor exploração dos recursos alimentares por algumas espécies durante a estação seca e por outras espécies durante a estação chuvosa. Em ambientes Neotropicais, marcadas variações sazonais no nível da água são registradas e afetam a disponibilidade dos recursos alimentares para os peixes (Lowe-McConnell, 1964; Zaret & Rand, 1971; Esteves & Galetti, 1995).

A interpretação dos padrões de exploração do uso de recursos alimentares está sujeita a algumas controvérsias. Existem vários estudos que relatam valores de amplitude de nicho significativamente maiores durante a estação seca, quando o alimento é escasso (Goulding, 1980; Prejs & Prejs, 1987; Meschiatti, 1995), enquanto outros estudos têm relatado o padrão oposto, ou seja, maior amplitude de nicho durante a estação chuvosa, quando supostamente o alimento se torna abundante (Zaret & Rand, 1971; Goulding, 1980).

CONCLUSÃO

Conclui-se que diferenças na amplitude de nicho nas assembleias de peixes do canal principal do rio e lagoa marginal, assim como nas estações seca e chuvosa, foram marcadamente significativas. A maior exploração dos recursos alimentares realizada pelas espécies da lagoa marginal frente ao canal principal do rio sinaliza que a inundação das áreas adjacentes, como lagoas marginais, oferece mais oportunidades para os peixes para obtenção de sua alimentação.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A. & Júlio Júnior, H.F. (1999). Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: Lowe-McConnel, R.H. (ed.). *Estudos ecológicos de comunidade de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo, p. 374-400.
- Bowen, S.H. (1984). Detritivory in Neotropical fish communities. In: Zaret, T. M. (ed.), *Evolutionary Ecology of Neotropical freshwater fishes*. Dr. W. Junk, The Netherlands, 173p.
- Bozza, A. N. & Hahn, N. S. (2010). Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras em uma planície de inundação neotropical. *Biota Neotropica*, **10**: 217-226
- Brandão-Gonçalves, L., Lima-Junior, S.E. & Suarez, Y.R. (2009). Feeding habits of *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characidae), in different streams of Guirai River Sub-Basin, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biota Neotropica* **9**: 135-143
<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/en/abstract?article+bn03109012009>.
- Castro, R.J., Foresti, F. & Carvalho, E.D. (2003). Composição e abundância da ictiofauna na zona litorânea de um tributário, na zona de desembocadura no reservatório de Jurumirim, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, **2**: 63-70.

- Catella, A.C. & Petrere Jr, M. (1996). Feeding patterns in a fish community of Baía da Onça, a floodplain lake of the Aquidauana river, Pantanal, Brazil. *Fish. Manage. Ecol.* **3**: 229–237.
- Cox-Fernandez, C. (1997). Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish* **6**: 36-44.
- Esteves, K.E., & Galetti Jr., P.M. (1995). Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Paraná River Basin. *Environmental Biology of Fish* **42**: 375-389. Doi:10.1007/BF00001468
- Esteves, K.E., Lobo, A.V.P. & Faria, M.D.R. (2008). Trophic structure of a fish community along environmental gradients of a subtropical river (Paraitinga River, Upper Tietê River Basin, Brazil). *Hydrobiologia* **598**: 373-387. Doi:10.1007/s10750-007-9172-4.
- Freire, A.G. & Agostinho, A.A. (2000). Distribuição espaço temporal de 8 espécies dominantes da ictiofauna da bacia do alto rio Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensia* **12**: 105-120.
- Fugi, R. (1993). *Estratégias alimentares utilizadas por cinco espécies de peixes comedoras de fundo do alto rio Paraná/PR-MS*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 142p.
- Graça, W.J.& Pavanelli, C.S. *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*.(2007). Maringá, EDUEM. 241p.
- Gerking, S.D. (1994). *Feeding ecology of fishes*. San Diego, Academic Press, 416p.
- Goulding, M. (1980). *The fishes and the forest: explorations in amazon natural history*. University of California Press, Berkeley. 280p.
- Hahn, N.S., Andrian, I.F., Fugi, R. & Almeida, V.L.L. (1997). Ecologia trófica. In: Vazzoler, A.E.A. de M., Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (eds.). *A planície de inundação do Alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM/Nupélia, p. 209-228.

- Hahn, N.S., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Bini, L.M. (1998). Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciencia* **23**: 299-305.
- Lowe-McConnell, R.H. (1964). The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, South America. Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Journal of the Linnean Society (Zoology)* **45**: 103-144.
- Lowe-McConnell, R.H. (1999). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução de Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A & Cunningham, P.T.M. São Paulo: EDUSP, p. 345-354.
- Meschiatti, A.J. (1995). Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu, SP. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **7**: 115-137.
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the world*. 4th. ed. New York, John Wiley & Sons. 600 p.
- Novakowski, G. C., Hahn, N.S. & Fugi, R. (2008). Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a pantanal pond. *Neotropical Ichthyology* **6**: 567-576. Doi:10.1590/s1679-622-52008000400004
- Pereira, P.R., Agostinho, C.S., Oliveira, R.J., & Marques, E.E. (2007). Trophic guilds of fishes in sandbank habitats of a Neotropical river. *Neotropical Ichthyology* **5**: 399-404. Doi:10.1590/s1679-622-52007000300019
- Polis, G.A. & Winemiller, K.O. (1996). *Food Webs: integration of patterns and dynamics*. New York: Chapman & Hall, 472 p.
- Prejs, A. & Prejs, K. (1987). Feeding of tropical freshwater fishes: seasonality in resource availability and resource use. *Oecologia* **71**: 397-404. Doi:10.1007/BF00378713.
- Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C.J. (2003). *Check list of the freshwater fish of South and Central America*. Porto Alegre, EDIPUCRS. 742 p.
- Ross, S.T. (1986). Resource Partitioning in Fish Assemblages: A Review of Field Studies. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, *Copeia*, **1986**: 352-388.

- Santos, G.M. & Ferreira, E.J.G. (1999). *Peixes da bacia Amazônica*. In: Lowe-McConnell, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução de Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A. & Cunningham, P.T.M. São Paulo: EDUSP, p. 345-373
- Souto, A.C. (2011). *Partilha de recursos alimentares nas assembleias de peixes do reservatório de Salto Grande (Médio rio Paranapanema SP/PR, Brasil)*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 54p.
- Vidotto-Magnoni, A.P. (2009). *Ecologia trófica das assembleias de peixes do reservatório de Chavantes (Médio rio Paranapanema, SP/PR)*. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 119p.
- Winemiller, K.O. (1990). Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecological Monographs* **60**: 331-367. Doi:10.2307/1943061
- Winemiller, K.O. & Jepsen, D.B. (1998). Effects of sazonality and fish movement on tropical rivers food webs. *Journal of Fish Biology*. **53**: 267-296.
- Wootton, R.J. (1992). *Fish Ecology*. Ed. Chapman & Hall, New York. 212p.
- Ximenes, L.Q.L., Mateus, L.A.F. & Penha, J.M.F. (2011). Variação temporal e espacial na composição de guildas alimentares da ictiofauna em lagoas marginais do Rio Cuiabá, Pantanal Norte. *Biota Neotropica* **11**: 205-215 Doi:10.1590/s1676-060-32011000100022.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical Analysis*, 5th ed. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall. 946p.
- Zaret, T.M. & Rand, A.S. (1971). Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology* **52**: 336-342. Doi:10.2307/1934593

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos estudos têm enfatizado que a presença de lagoas marginais aos rios Neotropicais é muito importante para a reprodução, alimentação e crescimento de inúmeras espécies de peixes e de outros organismos aquáticos (Agostinho & Zalewski, 1995; Meschiatti et al., 2000; Ferrareze & Nogueira, 2011). No entanto, apesar da importância das lagoas laterais ter sido relatada em vários estudos em rios de grande porte como Amazonas (Junk et al., 1989), Paraná (Agostinho, 2008), e do Pantanal (Novakowski et al., 2008), nenhum levantamento anterior avaliou a composição dos organismos aquáticos e a dinâmica trófica das assembleias de peixes, comparando concomitantemente os dois ambientes aquáticos conectados: rio e lagoa marginal.

Tendo este objetivo, o presente estudo verificou que o conjunto de organismos aquáticos responsáveis pela produção primária e secundária, como o fitoplâncton, zooplâncton, macrófitas e macroinvertebrados, assim como a ictiofauna mostra diferenças na composição de táxons e sua riqueza, na abundância de suas assembleias quando foram comparados o canal principal do rio Paranapanema e lagoa Sete Ilhas, marginal a este curso de água, na escala temporal (estação seca e chuvosa). Como conclusão geral, uma diversidade maior de organismos foi encontrada na lagoa marginal. A biota bastante diversificada presente no ambiente lacustre marginal representou uma fonte elevada de recursos alimentares para as espécies de peixes residentes e migratórias no trecho examinado do rio Paranapanema.

As diferenças na composição dos organismos aquáticos e da ictiofauna, bem como a maior exploração dos recursos alimentares na lagoa marginal, comprovam a afirmativa mencionada em muitos estudos (Agostinho & Zalewski, 1995; Meschiatti et al., 2000; Ferrareze & Nogueira, 2011) de que lagoas marginais associadas a grandes

rios oferecem mais oportunidades para as comunidades de peixes poderem desenvolver seu ciclo de vida.

Portanto, o nosso estudo reafirma a necessidade de preservação não somente dos rios da região Neotropical, mas também dos ambientes lênticos marginais, pois constituem locais de criação, reprodução, alimentação e refúgio para muitas espécies de organismos aquáticos. Cuidados são necessários para a preservação dos recursos hídricos, e medidas devem ser executadas para a sua manutenção, como aquelas envolvendo a qualidade da água, em nossas bacias hidrográficas para que a comunidade aquática possa sobreviver sem grandes impactos. Esta preocupação reside no fato que, na região Sudeste do Brasil, praticamente não há trechos extensos de rios livres de barramentos, que se transformaram em represas, inundando extensas áreas laterais dos cursos de água, levando ao desaparecimento das lagoas marginais, atenuando fortemente o pulso hidrológico e diminuindo a velocidade da correnteza do sistema lótico. Estes empreendimentos provocaram alterações significativas na ictiofauna, como assinalaram muitos autores (Hahn et al., 1998; Agostinho et al., 2008; Britto & Carvalho, 2013).

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A. & Zalewski, M. (1995). The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná River. In: Schiemer, F., Zalewski, M. & Thorpe, J.E. (eds). *The importance of aquatic-terrestrial ecotones for freshwater fish*. Kluwer Academic, Dordrecht. p. 141-148.
- Agostinho, A.A., Pelicice, F.M. & Gomes, L.C. (2008). Dams and the fish fauna of the

Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology* **68**, 1119-1132. Doi:10.1590/s1519-698-42008000500019

Britto, S.G.C. & Carvalho, E.D. (2013). Reproductive migration of fish and movement in a series of reservoirs in the Upper Parana River basin, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, **20**, 426–433

Ferrareze, M. & Nogueira, M.G. (2011). Importance of lateral lagoons for the ichthyofauna in a large tropical reservoir. *Brazilian Journal Biology*, **71**: 807-820.

Hahn, N.S., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Bini, L.M. (1998). Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciência*, **23**, 299-305.

Junk, W.J., Bayley, P.B. & Spark, R.E. (1989). The flood-pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P (ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Especial Publication Fisheries and Aquatic Sciences **106**: 110-127.

Meschiatti, A. J. (1995). Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu, SP. *Acta Limnologica Brasiliensia* **7**: 115-137.

Novakowski, G. C., Hahn, N.S. & Fugi, R. (2008). Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a pantanal pond. *Neotropical Ichthyology* **6**: 567-576. Doi: 10.1590/s1679-622-52008000400004