

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

ELIANE DA SILVA FERNANDES

**Metazoários endoparasitos de *Brycon orbignyanus* (Characidae:  
Bryconinae) em uma planície de inundação neotropical**

Maringá  
2012

ELIANE DA SILVA FERNANDES

**Metazoários endoparasitos de *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) em uma planície de inundação neotropical**

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

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Dr. Ricardo Massato Takemoto

Maringá  
2012

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

F363m Fernandes, Eliane da Silva, 1979-  
Metazoários endoparasitos de *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) em uma planície de inundação neotropical / Eliane da Silva Fernandes. -- Maringá, 2012. 43 f. : il. color.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2012.  
Orientador: Dr. Ricardo Massato Takemoto.

1. Metazoários endoparasitos - *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) "piracanjuba" - Parasitismo - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Metazoários endoparasitos - Diversidade das espécies. 3. Ecologia de parasitos. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -592.31785709816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

ELIANE DA SILVA FERNANDES

**Metazoários endoparasitos de *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) em uma planície de inundação neotropical**

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

COMISSÃO JULGADORA

Dr. Ricardo Massato Takemoto  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli  
Universidade Estadual de Maringá

Dr. Marcos Tavares Dias  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (AP), Embrapa Amapá.

Aprovada em: 08 de outubro de 2012.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

“Carrego seu coração comigo  
Eu carrego no meu coração  
Nunca estou sem ele  
Onde quer que vá, você vai comigo  
E o que quer que faça  
Eu faço por você  
Não temo meu destino  
Você é meu destino meu doce  
Eu não quero o mundo por mais belo que seja  
Você é meu mundo, minha verdade.  
Eis o grande segredo que ninguém sabe.  
Aqui está a raiz da raiz  
O broto do broto e o céu do céu  
De uma árvore chamada VIDA  
Que cresce mais que a alma pode esperar ou a mente pode esconder  
E esse é o pródigo que mantém as estrelas á distancia  
Eu carrego seu coração comigo  
Eu o carrego no meu coração”.

(E.E. Cummings)

Dedico  
Meu pai Eurídes Gimenes Fernandes  
Meu irmão Adilson da Silva Fernandes

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

À minha família, que amo muito, pelo imenso amor, paciência e incentivo.

Agradecimento especial ao meu orientador Dr. Ricardo Massato Takemoto pela confiança, pela liberdade que me deu na construção do meu trabalho, além de ótimo pesquisador, sempre se mostrou muito acessível e disposto a ajudar.

Ao Professor Dr. Gilberto Cezar Pavanelli por me proporcionar a oportunidade de participar de sua equipe.

Aos membros da banca examinadora Dr. Marcos Tavares Dias e ao Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli, por aceitar o convite de contribuir com o trabalho apresentado.

À Dr<sup>a</sup> Maria de los Angeles Perez Lizama, pela amizade, convivência nesses anos todos no laboratório e em especial pelo apoio e ajuda que sempre foram constantes.

Ao Guilherme Pomaro Casali pela parceria na triagem do material biológico, pela convivência no laboratório e amizade.

As minhas amigas queridas Aline, Claudia, Carin, Adalgisa, Deise, Patrícia e Karina por todos os momentos felizes e companheirismo, sempre dispostas a ajudar no que for preciso.

A todos os colegas e amigos da equipe do Laboratório de Ictioparasitologia do Nupelia, em especial a Antonio Antonucci, Ana Paula Pizani, Ana Carolina Lacerda, Ana Paula Costa, Antonio Antonucci, Bruno Hideo, Djamy Tarifa, Fábio Yamada, Fabrício Oda, Fernanda Pandini, Flávia Sicielli, Geza Souza, Guilherme Casali, Janaina

Gazarini, Letícia Karling, Michelle Carniel, Rodrigo Graça, Sybelle Bellay, Sueli Giesen e Thamy Ribeiro, pelos momentos divertidos que passamos durante o desenvolvimento das pesquisas, por me aguentarem, por ouvirem as minhas piadas e comentários sem sentido e por me ensinarem tanta coisa sobre a vida.

A todos os colegas e amigos da minha turma de pós-graduação por todos os momentos juntos.

À coordenadora da Biblioteca Setorial do Nupelia Sr<sup>a</sup>. Maria Salete Ribelatto Arita e ao bibliotecário Sr. João Fábio Hildebrandt pela competência e auxílio constante.

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupelia) pelo apoio logístico.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro, através da bolsa de estudos concedida para a realização desse trabalho.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto institucional PELD.

“Você não pode provar uma definição. O que você pode fazer é mostrar que ela faz sentido.”

(Albert Einstein)



# **Metazoários endoparasitos de *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) em uma planície de inundação neotropical**

## **RESUMO**

Estudos de riqueza e composição de espécies são temas centrais em ecologia de comunidades de helmintos, pois estes auxiliam na compreensão dos fatores que determinam a estrutura das comunidades. Os ecossistemas de planície de inundação e as alterações induzidas pelo ciclo hidrológico mostram os distúrbios como eventos que mantêm a biodiversidade em escalas temporais, como o que ocorre na planície do alto rio Paraná onde foram coletados os indivíduos de *Brycon orbignyanus*. Este trabalho buscou avaliar as respostas quanto à riqueza e à abundância durante diferentes ciclos hidrológicos baseado na hipótese de que as classes de tamanho de *B. orbignyanus* são determinantes para a composição e abundância de endoparasitos em períodos hidrológicos distintos (cheia e seca). Os peixes analisados apresentaram 69,23% de prevalência e abundância média de 1,57 englobando 13 espécies pertencentes a quatro filos: Digenea, Cestoda, Nematoda e Acantocephala. Somente o tamanho dos peixes esteve correlacionado com a abundância e a diversidade média das infracomunidades de endoparasitos, corroborando com a hipótese de que hospedeiros maiores abrigam uma infracomunidade parasitária mais abundante e diversa. Os maiores níveis hidrológicos, que coincidem com elevadas temperaturas, apresentaram correlação positiva com a riqueza total e a abundância de endoparasitos. A diversidade de habitats proporcionada pelas condições da planície de inundação pode ser considerada como o primeiro fator que explica as diferenças nesses atributos de espécies de parasitos. Variações da riqueza de espécies de parasito entre os hospedeiros proporcionam não apenas um bom modelo para estudos da diversificação de comunidade, mas também é de grande interesse na conservação das espécies.

**Palavras-chave:** Parasitos. Ecologia. “Piracanjuba”. Ciclo Hidrológico. Rio Paraná.

## **Metazoan endoparasites of *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) in a neotropical floodplain**

### ***ABSTRACT***

Research of species richness and composition are central themes in helminthes' community ecology, because they improve the comprehension of the factors that determine community structure. The floodplain ecosystems and the environmental alterations induced by the hydrological cycles indicate events that maintain biodiversity in time scales, as occurs on the high Paraná river floodplain, where the individuals of *Brycon orbignyanus* were collected. The objective of this study was to evaluate the responses, such as richness and abundance, during different hydrological cycles based on the hypothesis that the size classes of *B. orbignyanus* are decisive to the composition and abundance of endoparasites on different hydrological periods (high and low waters). The analysed fishes showed 69.23% of prevalence, and mean abundance of 1.57, presenting 13 species of parasites from four phylum: Digenea, Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. Only the fish sizes demonstrated a positive correlation with mean diversity and abundance the endoparasites infracommunity, supporting the hypothesis that larger hosts are able to harbor a parasite infracommunity more abundant and diverse. The highest hydrological levels, which coincided with the higher temperatures, were positively correlated with overall richness and abundance of endoparasites. The diversity of habitats provided by the floodplain conditions can be considered as the main factor explaining the differences between these attributes of parasite species. Variations on the parasite richness between different hosts provide not only a good model for studies of the community diversification, but are also of great interest in the conservation of species.

**Keywords:** Parasites. Ecology. "Piracanjuba". Hydrological cycle. Paraná River.

Dissertação formatada conforme as normas  
da revista *Journal of Helminthology*.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	16
2.1	LOCAL DE AMOSTRAGEM .....	16
2.2	COLETA DE PEIXES .....	18
2.3	COLETA E FIXAÇÃO DOS ENDOPARASITOS .....	18
2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	18
3	<b>RESULTADOS</b> .....	20
3.1	INFRAPOPULAÇÕES DE PARASITOS .....	20
3.2	INFRACOMUNIDADES DE PARASITOS.....	24
4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	27
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os ecossistemas mais produtivos e de elevada biodiversidade, destacam-se as planícies de inundação (OPPERMAN; LUSTER; MCKENNEY; ROBERTS; MEADOWS, 2010), que influenciam as características limnológicas, biológicas e ecológicas dos corpos d'água (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989). Evidências sugerem que em sistemas rios-planícies de inundação existe forte tendência das comunidades biológicas se manterem em sincronia com os eventos hidrológicos de seca e de cheia, mostrando uma forte relação da estrutura das comunidades com estes eventos (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989; LOWE-McCONNELL, 1999). Por outro lado, existe sazonalmente uma grande variabilidade nos sistemas de planícies de inundação, sendo que a flutuação do nível da água, que caracteriza fase de águas altas (cheia) e fase de águas baixas (seca), proporciona anualmente um importante incremento ao ambiente em termos de habitat (RESENDE, 2008), e são reconhecidos como pulsos de inundação.

A maior parte do Brasil está localizada na região tropical e seus rios são predominantemente perenes, a planície de inundação do alto rio Paraná apresenta uma marcante variabilidade temporal dos fatores bióticos e abióticos, associada às alterações dos níveis fluviométricos, apresentando cheias no verão e estiagens no inverno (NEIFF, 1990; CANEVARI; DAVIDSON; BLANCO; CASTRO; BUCHER, 2001).

Na área em estudo, a regulação do rio principal, a partir da construção de reservatórios, alterou a dinâmica da planície e, conseqüentemente, sua biodiversidade. Assim, um melhor entendimento dos padrões de organização dos indivíduos nas assembléias presentes nesses ecossistemas, frente aos distúrbios periódicos, é necessário uma perspectiva holística conforme destacado por Ward, Tockner e Schiemer (1999).

As inundações podem alterar a dinâmica populacional da ictiofauna, bem como suas condições fisiológicas e biológicas, de forma a influenciar a estrutura e composição da fauna de parasitos (TAKEMOTO; PAVANELLI; LIZAMA; LACERDA; YAMADA; MOREIRA; CESCHINI; BELLAY, 2009). As mudanças geradas no ambiente provocam estresse ao hospedeiro contribuindo para o incremento das infecções por parasitos, por aumentar a susceptibilidade do hospedeiro (HARRIS; SOLENG; BAKKE, 2000), ou pelo aumento da abundância de hospedeiros intermediários. Em

condições naturais, a presença ou a abundância de parasitos é influenciada pelo hospedeiro e pelos fatores ambientais (ESCH; BUSH; AHO, 1990). Oscilações no fluxo hidrológico, como as que ocorrem em áreas alagáveis, podem influenciar a ocorrência e o tamanho das infrapopulações de parasitos (DOGIEL, 1970).

Interações parasita-hospedeiro são complexas, agravada por fatores que são capazes de mudar o equilíbrio em qualquer direção. Alteração da idade do hospedeiro, comportamento, estado imunológico e ambiental podem ser um efeito em que a associação seja benéfica para o hospedeiro visto que a evasão da resposta imune do hospedeiro favorece o parasito (KHAN, 2012). Nos peixes, algumas infecções que induzem a mortalidade são dependentes da idade do hospedeiro e da temperatura da água. O resultado dessas associações dependerá da susceptibilidade e resistência dos hospedeiros.

Os hospedeiros representam o habitat para os seus parasitos e, embora possa haver diferenças genéticas e fisiológicas entre as populações de uma mesma espécie hospedeira, estes representam basicamente habitats homogêneos (HOLMES; PRICE, 1986). Cada hospedeiro abriga uma comunidade replicada, o nicho espacial é limitado pelo corpo e os processos demográficos são frequentemente similares para todas as espécies de parasitos na comunidade. Essas características possibilitam que o sistema parasito-hospedeiro possa constituir-se em modelo para melhor entendimento dos processos e parâmetros que estruturam as comunidades (ŠIMKOVÁ; SASAL; KADLEC; GELNAR, 2001a; GOTELLI; ROHDE, 2002).

Peixes de água doce são vertebrados que podem constituir-se modelos de estudos de hospedeiros os quais abrigam uma grande variedade de espécies de parasitos, sejam esses ectoparasitos ou endoparasitos, pertencentes a diferentes filos (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006). Portanto, o conhecimento da fauna parasitária de peixes de água doce constitui-se instrumento de avaliação da biodiversidade; permite maior compreensão da biologia do hospedeiro e da relação parasito-hospedeiro; identificação das espécies com possível potencial zoonótico e/ou de importância econômica como limitantes para a piscicultura e até mesmo para utilização de determinados parasitos como indicadores ambientais (PARAGUASSÚ; LUQUE, 2007).

Vários estudos têm investigado os determinantes da riqueza de espécies de parasitos de peixes de água doce e marinhos (BELL; BURT, 1991; GUÉGAN;

KENNEDY, 1993; POULIN, 1995; MORAND; CRIBB; KULBICKI; CHAUVET; DUFOUR; FALIEUX; GALZIN; LO-YAT; PICHELIN; RIGBY; SASAL, 2000; KADLEC; ŠIMKOVÁ; JARKOVSKY; GELNAR, 2003; VIOLANTE-GONZÁLEZ; MENDOZA-FRANCO; ROJAS-HERRERA; GUERRERO, 2011). Fatores históricos, biogeográficos, variáveis ambientais e ecológicos são considerados os principais determinantes da riqueza de espécies de parasitos (POULIN; ROHDE, 1997; SASAL; DESDEVISES; MORAND, 1998; POULIN, 1998).

Estudos realizados por Takemoto, Pavanelli, Lizama, Lacerda, Yamada, Moreira, Ceschini e Bellay (2009) sugerem que no alto rio Paraná (região com características físicas homogêneas e ocorrência do pulso de inundação), a densidade populacional de espécies hospedeiras pode ser o principal determinante da riqueza de espécies de parasitos. Estudos de riqueza e composição de espécies são temas centrais em ecologia de comunidades de helmintos, pois auxiliam no entendimento dos fatores que determinam a estrutura das comunidades (VIOLANTE-GONZÁLEZ; MENDOZA-FRANCO; ROJAS-HERRERA; GUERRERO, 2010). No entanto, o conhecimento espaço-temporal da riqueza e da composição das comunidades de parasitos também é importante. A variação espacial e temporal na estrutura da comunidade pode indicar como importantes fatores locais (condições bióticas e abióticas) podem intervir na estruturação da comunidade de helmintos, particularmente quando as diferenças são encontradas entre as distintas espécies de hospedeiro.

Os ciclos hidrológicos são determinantes nos processos biológicos e ecológicos, sendo importantes para o desenvolvimento inicial de peixes, especialmente de espécies migradoras que colonizam o ambiente em época de cheia (AGOSTINHO; HAHN; GOMES; BINI, 1997; LOWE-McCONNELL, 1999). Este é o caso de *Brycon orbignyana* (piracanjuba), espécie que realiza migrações reprodutivas no período de novembro a janeiro, quando o alimento é mais abundante, garantindo assim a sobrevivência da progênie. Geralmente, isso acontece em estações chuvosas, com altas temperaturas e dias longos, que permitem a produção de elevadas quantidades de plâncton. *Brycon orbignyana* tem despertado grande interesse de pesquisadores e produtores, em função de nos últimos anos ter apresentado uma redução drástica nas populações naturais (ZANIBONI-FILHO; REYNALTE-TATAJE; WEINGARTNER, 2006) e, portanto apresenta risco de extinção (MACHADO, 2005; LOPERA-

BARRERO; RIBEIRO; SIROL; POVH; GOMES; VARGAS; STREIT, 2006; BORBA; FRACALLOSSI; PEZZATO, 2006).

Este trabalho teve como objetivo estudar a fauna de endoparasitos de *Brycon orbignyianus*, “piracanjuba”, com grande potencial para a piscicultura, aumentando a gama de informações para viabilizar o seu cultivo. Além disso, busca eliminar uma lacuna sobre o conhecimento acerca da composição da fauna de endoparasitos do piracanjuba e das suas relações com os hospedeiros, bem como pela importância prática desses conhecimentos no desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de manejo e prevenção.

Baseado na hipótese que as classes de tamanho de *B. orbignyianus* são determinantes para a composição e abundância da fauna endoparasitária nos períodos de cheia e seca, este trabalho buscou avaliar as respostas quanto à riqueza e à abundância durante diferentes fases do ciclo hidrológico. Além disso, que a variação sazonal da abundância do parasito é diferente durante o período amostral, com um aumento ao longo do período de estudo devido ao acúmulo de parasitos.

Portanto, é de fundamental importância estudar a relação parasito-hospedeiro-ambiente e verificar como o peixe influencia e é influenciado pelas populações de parasitos e de que forma as condições do ambiente interferem nessa relação.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 LOCAL DE AMOSTRAGEM**

A área estudada faz parte da planície de inundação do alto rio Paraná (Figura 1). Localizada próxima ao município de Porto Rico, Estado do Paraná (22°43'S e 53°10'O), onde se encontra o Laboratório Avançado de Pesquisas da Universidade Estadual de Maringá – Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura). As coletas foram realizadas em 36 ambientes da planície, tais como: canais, rios, lagoas abertas e fechadas nos três subsistemas (Ivinhema, Baía e Paraná), os mesmos utilizados pelo projeto PELD- CNPq (Projetos Ecológicos de Longa Duração) - Sítio 6.



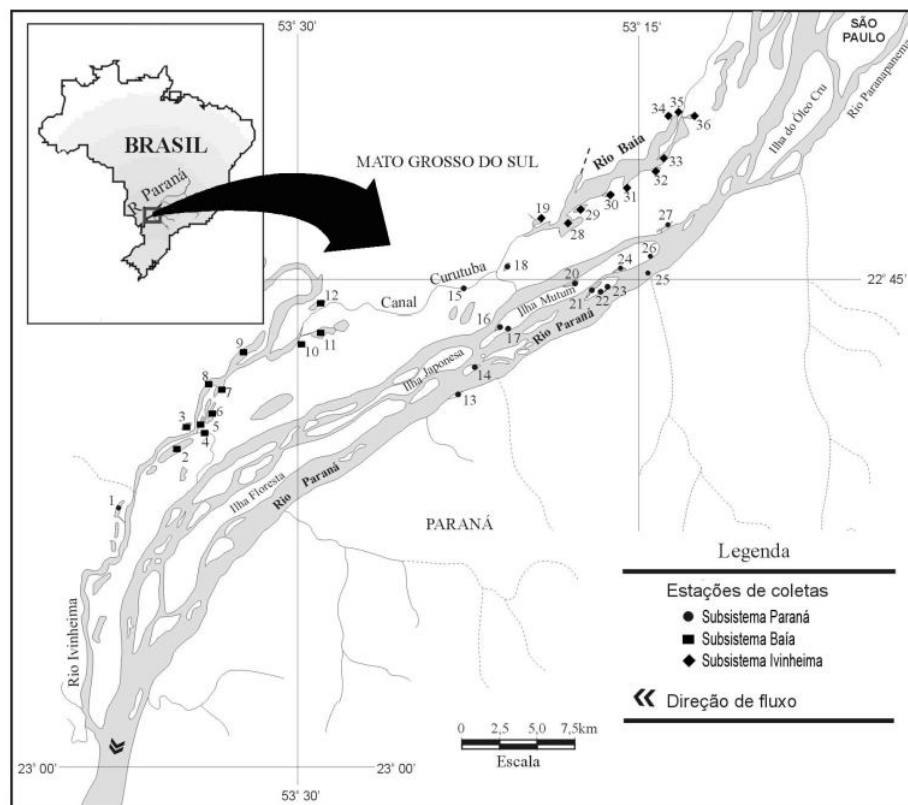


Figura 1. Área de estudo com as 36 áreas de amostragem (1-Lagoa Peroba; 2-Lagoa Ventura; 3-Lagoa do Zé do Paco; 4- Canal do Ipoitã; 5-Lagoa Boca do Ipoitã; 6-Lagoa dos Patos; 7-Lagoa Capivara; 8-Rio Ivinheima; 9-Lagoa do Finado Raimundo; 10-Lagoa do Jacaré; 11-Lagoa Sumida; 12-Lagoa do Cervo; 13-Canal Cortado; 14-Lagoa das Pombas; 15-Canal Curutuba; 16-S Ressaco do Manezinho; 17-Lagoa do Osmar; 18-Lagoa da Traíra; 19-Lagoa do Guaraná; 20-S Ressaco do Bilé; 21-Ressaco do Leopoldo; 22-Lagoa Genipapo; 23-Lagoa Clara; 24-S Ressaco do Pau Véio; 25-Rio Paraná; 26-Lagoa Pousada; 27-Lagoa das Garças; 28-Rio Baía; 29-Lagoa Fechada; 30-Lagoa Pousada das Garças; 31-Lagoa dos Porcos; 32-Lagoa do Aurélio; 33-Baía Canal; 34-Lagoa Maria Luiza; 35-Lagoa do Gavião; 36-Lagoa da Onça).

Os níveis hidrológicos foram obtidos diariamente no rio Paraná, na Estação fluviométrica localizada na Base Avançada de Pesquisa do Nupélia, no município de Porto Rico, Estado do Paraná e fornecidos pela equipe do Laboratório de Limnologia Básica do Nupélia/UEM.

## 2.2 COLETA DE PEIXES

Os peixes foram coletados trimestralmente no período entre março de 2010 a setembro de 2011. Para a sua captura foram utilizadas redes de espera de diferentes malhagens, armadas por um período de 24 horas com despescas a cada 8 horas. Foram registrados: data de amostragem, o comprimento padrão, peso total e o sexo de cada peixe. Os espécimes foram depositados na Coleção Ictiológica do Nupélia / UEM.

## 2.3 COLETA, FIXAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS ENDOPARASITOS

Após as despescas, identificação taxonômica e obtenção dos dados biométricos dos hospedeiros foram realizadas incisão longitudinal na superfície ventral dos indivíduos e todos os órgãos foram retirados e separados. A cavidade visceral e cada órgão foram examinados sob estereomicroscópio para a coleta dos endoparasitos.

A metodologia de fixação dos endoparasitos foi diferenciada entre os grupos de parasitos seguindo as recomendações de Eiras, Takemoto e Pavanelli (2006).

As espécies de endoparasitos encontradas em *B. orbignyanus* foram identificadas de acordo com Moravec (1998), Thatcher (2006), Kohn, Fernandes e Cohen (2007), Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010), além de artigos específicos da área.

Para a descrição da estrutura e análise quantitativa dos parasitos encontrados foram utilizados os índices parasitários descritos segundo Bush, Lafferty, Lotz, Shostak (1997).

## 2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O coeficiente de correlação “rs” por postos de Spearman foi utilizado para determinar possíveis correlações entre o comprimento padrão dos hospedeiros e a abundância de infecção de cada espécie de parasito e entre o fator de condição relativo (Kn) (ZAR, 2010). A existência de correlação entre o comprimento padrão dos hospedeiros e a prevalência de infecção de cada espécie de parasito foi testada através do coeficiente de correlação de Pearson “r”, com prévia transformação angular dos dados de prevalência ( $\arcsin \sqrt{x}$ ) e separação das amostras de hospedeiros em 11 classes de comprimento padrão.

Aos valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) de cada indivíduo hospedeiro foram ajustados à curva de relação Wt/Ls ( $Wt = a.Lt^b$ ) e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão a e b. Estes parâmetros foram utilizados nas estimativas dos valores esperados de peso (We) utilizando a equação:  $We = a.Lt^b$ . Foi calculado, então, o fator de condição relativo (Kn) que corresponde ao quociente entre peso observado e peso esperado para determinado comprimento ( $Kn = Wt/We$ ) (LE CREN, 1951).

A prova não-paramétrica de Mann-Whitney (U) com aproximação normal Z foi utilizada para determinar diferenças entre o Kn de indivíduos parasitados e não-parasitados e para determinar a influência do sexo dos hospedeiros na abundância de infecção de cada espécie de parasito (ZAR, 2010). O teste G de loglikelihood, utilizando uma Tabela de contingência 2x2, foi utilizado para verificar a influência do sexo dos hospedeiros na prevalência de infecção dos endoparasitos (ZAR, 2010).

A classificação quanto à distribuição das espécies de endoparasitos na população de *B. orbignyana* foi calculada por meio do Índice de Dispersão (ID) e do Índice de Green (IG). O Índice de dispersão foi testado pela estatística d ( $d > 1,96$  = distribuição agregada;  $d < -1,96$  = distribuição uniforme;  $d < 1,96$  = distribuição casual). O grau de agregação foi medido pelo índice de Green, que varia de 0 (ao acaso) a 1 (agregação máxima) conforme Ludwig e Reynolds (1988).

Os testes mencionados anteriormente foram aplicados somente para as espécies de parasitos com prevalência maior que 10% (BUSH; AHO; KENNEDY; 1990).

A diversidade de cada infracomunidade foi calculada por meio do índice de diversidade de Brillouin (H) (ZAR, 2010). O coeficiente de correlação “rs” por postos de Spearman foi utilizado para avaliar possíveis correlações entre o comprimento padrão do hospedeiro e a diversidade de espécies (índice de Brillouin) (ZAR, 2010).

A dominância foi estimada pelo índice de Berger-Parker (MAGURRAN, 2004), onde  $d = N \text{ máx.} / N_t$ , em que: N máx. refere-se ao número de indivíduos da espécie mais abundante e  $N_t$  representa o número total de indivíduos na amostra.

O teste U de Mann-Whitney foi utilizado para verificar diferenças na diversidade das infracomunidades de parasitos de hospedeiros machos e fêmeas e entre o fator de condição relativo (Kn), respectivamente.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica 7.1 (Statsoft Inc, 2005).

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 INFRAPOPULAÇÕES DE PARASITOS**

Do total de 104 peixes examinados, 72 (69,23%) estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito. Ao todo, 163 endoparasitos foram coletados pertencentes a 13 espécies (Tabela 1). Foram encontrados ainda um acantocéfala em estágio larval e um nematóide não sendo possível sua identificação.

A maioria dos espécimes de parasitos coletados foram larvas de *Contracaecum* sp. (18,6%), seguida por *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* (12,50%) e metacestóides de *Monticellia spinulifera* (57,69%) e *Dadaytrema oxycephala* foi a espécie que apresentou maior intensidade média (Tabela 1).

As larvas de *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp. e *Octospiniferoides* sp. foram encontradas encistadas no mesentério de indivíduos jovens de *B. orbignyanus*.

Todas as espécies de endoparasitos encontradas neste hospedeiro estão sendo registradas pela primeira vez.

**Tabela 1 - Endoparasitos de *Brycon orbignyana* na planície de inundação do alto rio Paraná, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011.**

Grupo taxonômico	Parasitos	Prevalência (%)	Intensidade média	Abundância média
Acanthocephala	<i>Echinorhynchus briconi</i> † Machado Filho, 1959	2,88	2,33	0,06
	<i>Octospiniferoides incognita</i> † Schmidt & Hugghins, 1973	1,92	1,5	0,02
	<i>Octospiniferoides</i> sp.† (larva) Bullock, 1957	8,65	1,77	0,15
	Acanthocephala Gên. sp.	0,96	1	0,01
Cestoda	<i>Monticellia spinulifera</i> (metacestóide)† Woodland, 1935	57,69*	-	-
Digenea	<i>Dadaytrema oxycephala</i> † (Diesing, 1936)	5,76	3	0,17
Nematoda	<i>Contraecum</i> sp. (larva)† Railliet & Henry, 1912	18,26*	1,42	0,26
	<i>Goezia</i> sp. (larva)† Zeder, 1800	0,96	1	0,01
	<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)† Ward & Magath, 1917	2,88	1,33	0,03
	<i>Ichthyouris</i> sp.† Inglis, 1962	0,96	2	0,02
	<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> † Vaz & Pereira, 1934	3,84	1,25	0,05
	<i>P.(S.) inopinatus</i> † Travassos, Artigas & Pereira, 1928	12,50*	1,23	0,15
	<i>P.(S.) paraguayensis</i> † (Petter, 1990)	1,92	1	0,02
	<i>Rhabdochona acuminata</i> † (Molin, 1860)	1,92	1,5	0,03
	Nematoda Gên. sp.	0,96	1	0,01

\*, Espécies com prevalência elevada; †, Primeiro registro em *B. orbignyana*

O comprimento padrão dos peixes analisados apresentou média de 22,39 cm. Dentre os parasitos que apresentaram prevalência maior que 10%, o coeficiente de correlação por postos de Spearman “rs” demonstrou haver correlação positiva e significativa entre o comprimento padrão de *B. orbignyana* com a abundância *P.(S.) inopinatus* ( $r_s = 0,2587$ ;  $p = 0,0080$ ) (Figura 2).

Por outro lado não houve correlação entre o comprimento padrão do peixe com a prevalência de *P.(S.) inopinatus* de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson ( $r = 0,5638$ ;  $p = 0,0708$ ).

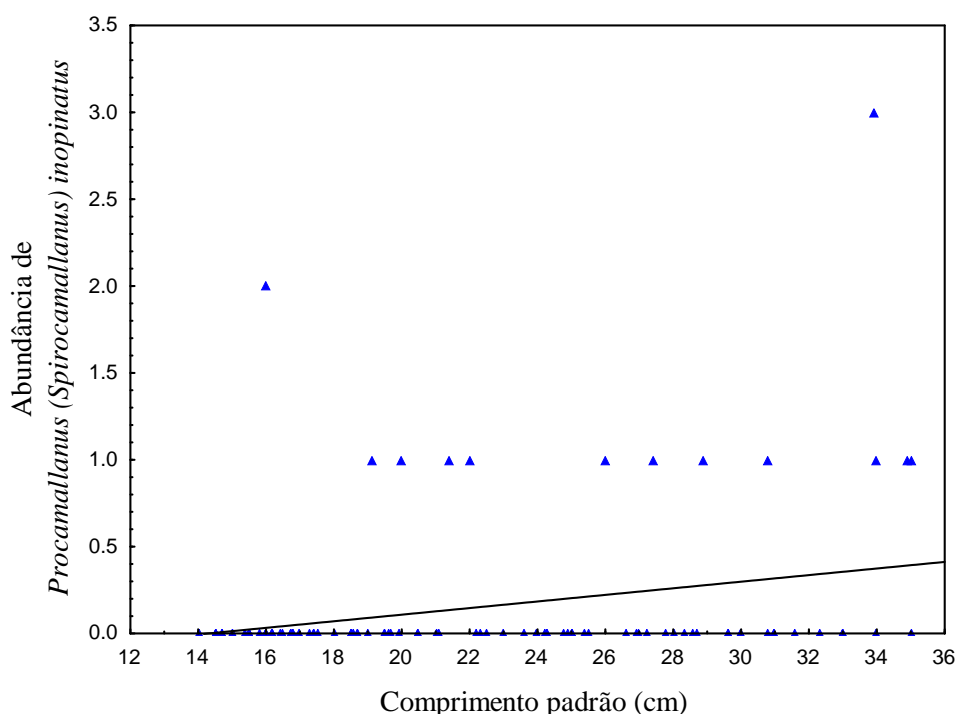


Figura 2: Correlação entre a abundância de *P.(S.) inopinatus* e o comprimento padrão de *B. orbignyana* da planície de inundação do alto rio Paraná, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011.

Também não houve correlações entre prevalência ( $r = -0,0855$ ;  $p = 0,8026$ ) e abundância ( $r_s = 0,0581$ ;  $p = 0,5581$ ) de larvas de *Contracaecum* sp. com o comprimento padrão dos hospedeiros.

O peso total dos peixes variou em média de 301g. O fator de condição relativo (Kn) dos peixes variou entre 0,7 a 1,3. De acordo com o teste não-paramétrico *U* de Mann-Whitney o Kn não diferiu entre peixes parasitados e não parasitados por *P.(S.) inopinatus* ( $Z=0,5504$ ;  $p=0,291$ ) e larvas de *Contracaecum* sp. ( $Z= 0,7234$ ;  $p= 0,2347$ ). O fator de condição relativo não foi correlacionado significativamente com a abundância de *P.(S.) inopinatus* ( $rs= 0,0585$ ;  $p= 0,5554$ ) e larvas de *Contracaecum* sp. ( $rs= 0,0676$ ;  $p= 0,4956$ ), respectivamente.

Dos 104 peixes analisados, 37 eram fêmeas e 67 machos, sendo que 5 (13,51%) e 14 (20,89%), respectivamente, estavam parasitados por pelo menos uma espécie de endoparasito. A abundância e a prevalência de *P.(S.) inopinatus* e larvas de *Contracaecum* sp. não diferiram entre indivíduos machos e fêmeas (Tabela 2).

**Tabela 2 - Valores dos testes *U* de Mann-Whitney com aproximação normal “*Z*”, e *G* de loglikelihood entre o sexo dos hospedeiros a prevalência e abundância de infecção, respectivamente, para *Brycon orbignyanus* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011. ( $p$  = nível de significância)**

Espécie de parasito	Z	p	G	p
<i>P. (S.) inopinatus</i>	0,4923	0,3113	0,7039	0,4015
<i>Contracaecum</i> sp. (larvas)	0,4991	0,3089	0,9032	0,3419

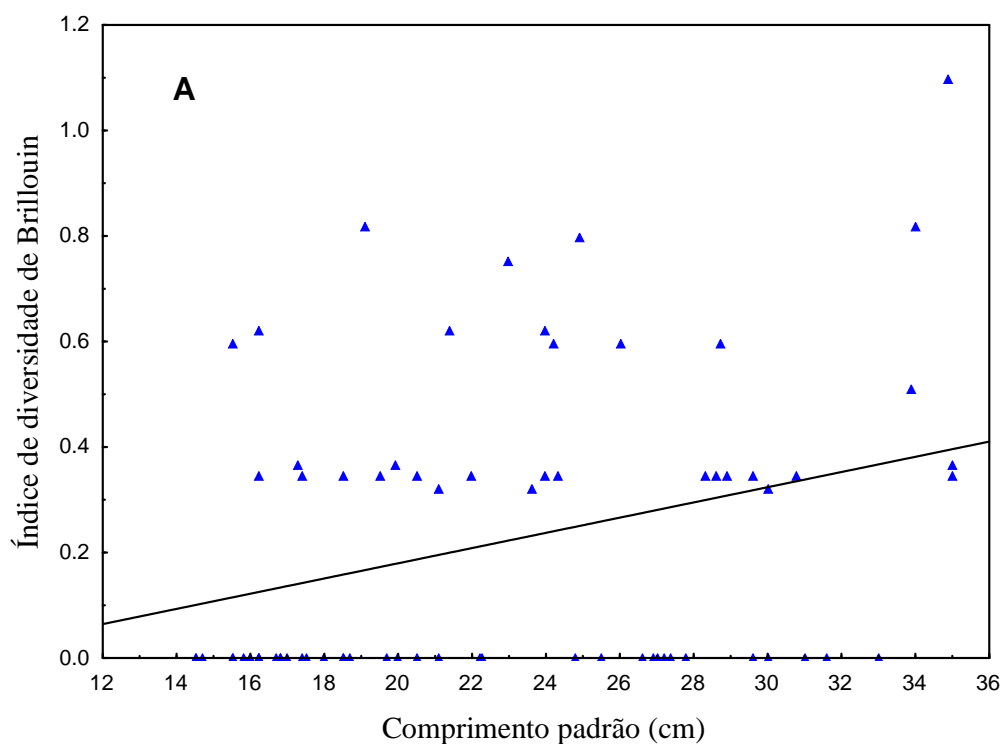
Os parasitos *P. (S.) inopinatus* e *Contracaecum* sp. apresentaram distribuição do tipo agregada, de acordo com o índice de Dispersão. Provavelmente, devido à baixa abundância de parasitos fez com que o índice de Green fosse baixo, apesar da agregação (Tabela 3).

**Tabela 3 - Valores do índice de Dispersão (ID), da estatística  $d^*$ , do índice de Green (IG) e padrão de distribuição das espécies de endoparasitos de *Brycon orbignyanus* coletados na planície de inunda  o do alto rio Paraná, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011.**

Espécie de parasito	ID	$d$	IG	Distribui��o
<i>P. (S.) inopinatus</i>	1,3592	2,4153*	0,0239	Agregada
<i>Contracaecum</i> sp. (larvas)	1,6474	4,1237*	0,0249	Agregada

### 3.2 INFRACOMUNIDADES DE PARASITOS

A diversidade média das infracomunidades correlacionou-se positiva e significativamente com o comprimento padrão dos hospedeiros ( $r_s=0,30$ ;  $p=0,0098$ ) (Figura 3A) e com a abundância ( $r_s=0,20$ ;  $p=0,0374$ ) (Figura 3B) de endoparasitos.





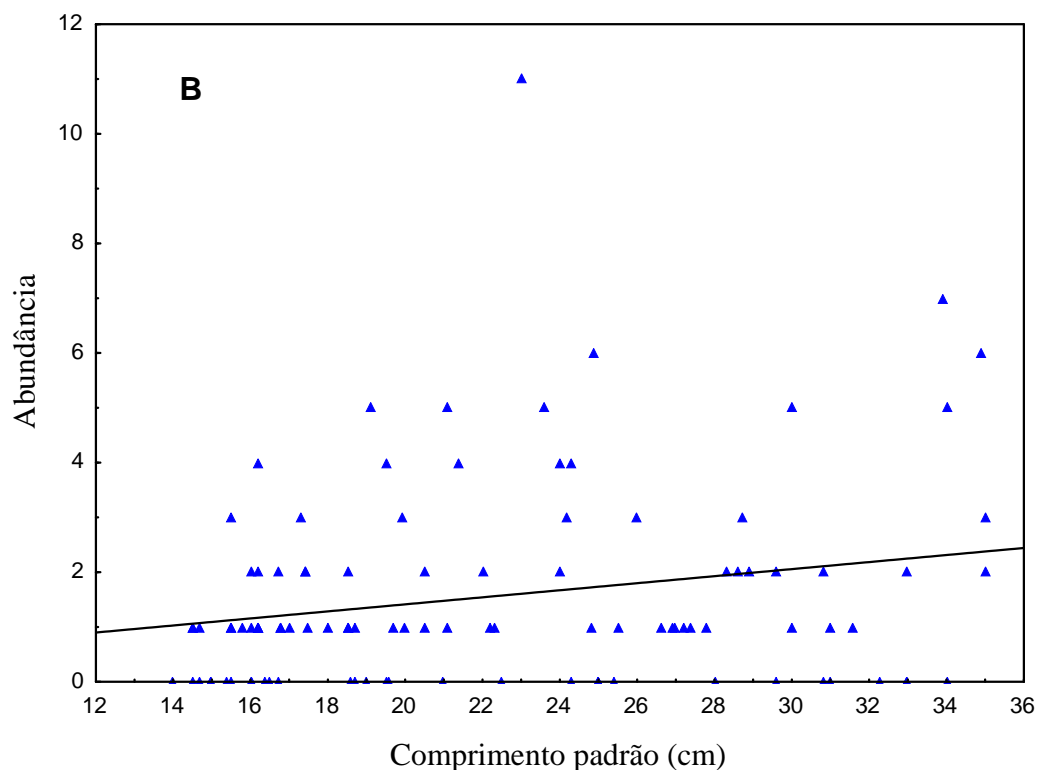


Figura 3: Correlação entre a riqueza da infracomunidade (A), a abundância de endoparasitos (B) com o comprimento padrão de *Brycon orbignyianus*, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011.

O índice de dominância de Berger-Parker apresentou média de  $3,8519 \pm 0,2596$ , sendo as larvas de *Contracaecum* sp. a espécie predominante, com 27 espécimes coletados (25,96% do total de parasitos), seguidos pelo digenético *D. oxycephala*, nematóides da espécie *P.(S.) inopinatus* e larvas de acantocéfala *Octospiniferoides* sp., gerando maior diversidade (Figura 4).

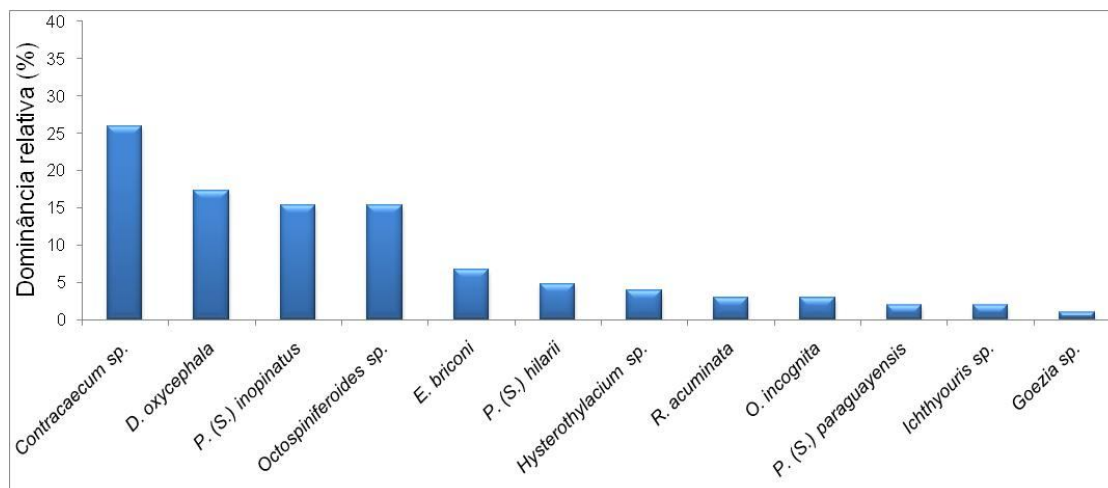


Figura 4: Índice de Dominância de Berger-Parker para as espécies de endoparasitos de *Brycon orbignyianus* da planície de inundação do alto rio Paraná, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011.

No total, a diversidade média de endoparasitos não apresentou diferença significativa com relação ao sexo dos hospedeiros ( $Z=0,0571$ ,  $p=0,4772$ ), ou seja, a diversidade é independente do sexo, apesar das fêmeas mostrarem diversidade maior.

Da mesma forma não houve correlação significativa ( $r_s=0,1183$ ;  $p=0,3188$ ) entre o fator de condição relativo e a diversidade média de parasitos.

Os dados de variação mensal do nível hidrológico da planície de inundação do alto rio Paraná referentes aos anos de 2010 e 2011 mostraram ciclos anuais bastante irregulares. Destaca-se a ausência de cheias pronunciadas nos meses de junho a setembro de 2010 e junho de 2011, sendo o menor nível registrado em setembro de 2011. Os maiores níveis hidrométricos da planície ocorreram nos meses de março de 2010, atingindo o valor máximo (5,5 m aproximadamente) no mês de março de 2011.

As temperaturas e os níveis hidrológicos mais elevados coincidiram entre os meses de dezembro de 2010 a março de 2011 aonde se observou maior abundância endoparasitária (Figura 5).

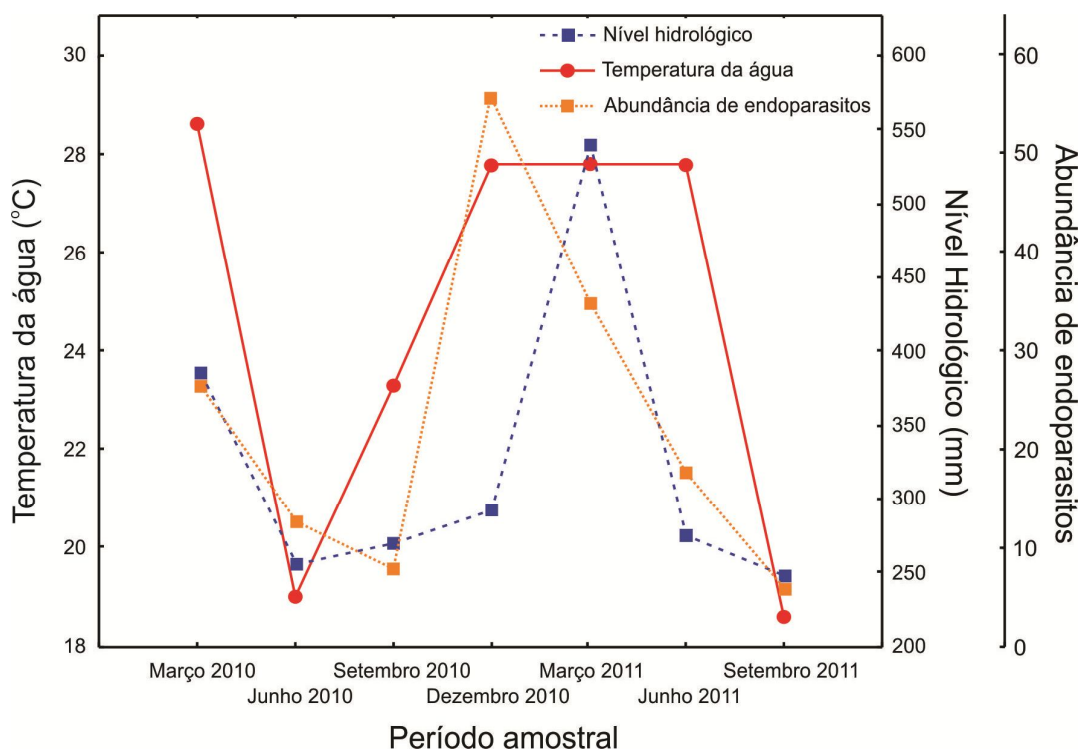


Figura 5: Temperatura, nível hidrológico e abundância de endoparasitos durante o período amostral, coletados no período entre março de 2010 a setembro de 2011.

A diversidade média foi de  $H=1,6005\pm 0,7332$  para o ano de 2010 e de  $H=1,7785\pm 0,8686$  para 2011 obtendo, portanto, maior riqueza endoparasitária apesar da menor abundância nesse período.

#### 4 DISCUSSÃO

Em um ecossistema aquático, as comunidades parasitárias dos peixes refletem interações com o ambiente aquático, com seus hospedeiros e com as comunidades de invertebrados. Todos esses podem estar envolvidos no ciclo de vida do parasito. Assembléias parasitárias poderiam, portanto, desempenhar um papel potencial como indicadores ambientais, diminuindo ou aumentando a sua diversidade, riqueza, abundância e prevalência de acordo com alterações nas condições ambientais (KADLEC; ŠIMKOVÁ; JARKOVSKY; GELNAR, 2003).

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, foram verificadas correlações positivas e significativas entre o comprimento padrão dos hospedeiros e a abundância de *P.(S.) inopinatus*. Aumento na abundância de endoparasitos em peixes de maior tamanho são atribuídos à ocorrência de processos acumulativos na infecção. No entanto, para que uma infecção ocorra, os nichos invasivos de formas parasitárias têm que se sobrepor com os nichos dos hospedeiros (ROLBIECKI, 2006).

Para os endoparasitos, estes processos acumulativos podem estar ligados a mudanças comportamentais ou tróficas ao longo da vida do hospedeiro (HOLMES, 1990). Por exemplo, Bell e Burt (1991) mostraram que os endoparasitos parecem se acumular através de relações predador-presa. Šimková, Gelnar e Sasal (2001b), afirmaram que o número de espécies de endoparasitos aumenta de peixes herbívoros para carnívoros e, além disso, o habitat do hospedeiro também é um fator que influencia a riqueza de espécies de endoparasitos. Valtonen, Marcogliese e Julkunen (2010) observaram que peixes onívoros apresentaram a maior diversidade de espécies de endoparasitos, isto pode explicar a riqueza da parasitofauna em *B. orbignyanus* um peixe onívoro que apresenta ampla plasticidade alimentar (HAHN; AGOSTINHO; GOMES; BINI, 1998).

O tamanho do corpo dos hospedeiros pode, segundo Shotter (1973), ser um reflexo da idade para alguns peixes. Estudos que buscam relacionar o parasitismo com o tamanho e, conseqüentemente, com a idade pode nos dar indicações de como a estrutura das comunidades parasitárias podem mudar durante a vida do hospedeiro. Conforme Esch, Bush e Aho (1990) a organização da comunidade pode ser influenciada pela idade do hospedeiro através de mudanças na sua dieta ou no volume de alimento ingerido, mudanças ontogenéticas na imunocompetência e modificações na probabilidade do contato com hospedeiros intermediários.

O hábito alimentar e a dieta dos peixes são muito importantes na aquisição de endoparasitos, já que a maioria deles é transmitida através do alimento, que os transportam em um estágio de desenvolvimento apropriado à infecção. Lafferty (1999) se refere a esse tipo de transmissão adquirida através da ingestão de presas infectadas como transmissão trófica.

A posição intermediária de *B. orbignyana* na teia trófica permite que sua comunidade parasitária seja composta tanto por espécies autogênicas, como por exemplo, os cestóides, quanto alogênicas, tais como as espécies de *Contracaecum*. Deste modo, estes peixes podem exercer o papel de hospedeiros intermediários e/ou definitivos. A posição dos hospedeiros dentro de uma rede trófica deve determinar se a sua fauna parasitária consiste principalmente de helmintos adultos ou larvas, uma vez que a vulnerabilidade à predação determina o papel de um animal na relação predador-presa (POULIN; LEUNG, 2011).

De acordo com Dogiel (1970), o habitat do qual o principal volume de alimento é obtido é tão importante quanto a própria dieta na determinação da composição da fauna parasitária. Sabe-se que a principal fonte de alimento para *B. orbignyana* é de origem alóctone (CASTAGNOLLI, 1992), por ser uma espécie onívora que se alimenta de plantas, pequenos peixes e insetos (VAZ; BARBOSA; TORQUATO, 2000). Portanto, estes peixes podem participar do ciclo de vida de diferentes grupos de parasitos como segundos hospedeiros intermediários e/ou paratênicos, o que pode explicar a presença de larvas de *Octospiniferoides* sp. nos indivíduos jovens e adultos de *Octospiniferoides incognita* em peixes adultos.

A falta de interação significativa entre o Kn e as abundâncias de *P. (S.) inopinatus* e larvas de *Contracaecum* sp. indica que o fator de condição relativo dos peixes não sofreu efeito dos parasitos. Desta forma, é possível afirmar que a comunidade parasitária de *B. orbignyana* causa baixa patogenicidade ao hospedeiro.

Segundo Lizama, Takemoto, Pavanelli (2006), existem controvérsias sobre o efeito do parasitismo no peso de certas espécies de peixes, uma vez que peixes parasitados têm apresentado maior ou menor fator de condição relativo (Kn) em relação a peixes não parasitados. Em endoparasitos cuja infecção acontece por via trófica, exemplo de *P. (S.) inopinatus*, o maior Kn de peixes mais parasitados pode estar ligado ao fato de que peixes que consomem maiores quantidades de alimento podem, assim, exibir melhor estado de saúde e também, ter ingerido mais formas infectantes desses parasitos que utilizam a rota trófica de transmissão. Isto é mais provável se a patogenicidade do nematóide em questão for baixa. Outros endoparasitos adquiridos por via trófica são os acantocéfalos, na qual os

peixes ingerem crustáceos ou pequenos peixes que servem como hospedeiros intermediários (THATCHER, 2006). São considerados patogênicos por serem dotados de ganchos na probóscide que são utilizados para fixação na parede do intestino do hospedeiro, podendo causar reduções no fator de condição dos peixes. Entretanto, no trabalho em questão não foi possível detectar prejuízo considerável devido a baixa abundância.

Ecossistemas saudáveis são compostos por populações balanceadas de organismos nativos, com uma organização estrutural e funcional diversa e uma estrutura trófica complexa, onde muitas espécies participam da rede alimentar (LANDSBERG; BLAKESLEY; REESE; MCRAE; FORSTCHEN, 1998). Desta forma, uma vez que todos os organismos são hospedeiros de pelo menos uma espécie de parasito, o estudo do grau da higidez (bem estar) de um indivíduo ou uma população pode fornecer informações a respeito do efeito de parasitos sobre seus hospedeiros em ambientes naturais (RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA; PAVANELLI; TAKEMOTO, 2000).

Embora a parasitofauna não tenha apresentado influência sobre o bem estar de *B. orbignyanus*, é válido ressaltar que devido a sua adaptação às bacias de origem, existe uma baixa tolerância desta espécie a alterações ambientais (ZANIBONI-FILHO; REYNALTE-TATAJE; WEINGARTNER, 2006). O desmatamento ao longo das margens dos rios, redução das fontes de alimento, construção de barragens e drenagens para aproveitamento agrícola, degradação da qualidade da água em função da poluição (MARTINELLI; SILVA; CAMARGO; MORETTI; TOMAZELLI; SILVA; FISCHER; SONODA; SALOMÃO, 2002; MONTEIRO; ALMEIDA; RANTIN; KALININ, 2006; HORI; AVILEZ; INOUE; MORAES, 2006), o ecoturismo desordenado e a captura intensiva predatória (por ser considerado um dos peixes mais apreciados na pesca esportiva), são possivelmente causas da redução da população de *B. orbignyanus*.

O sexo do hospedeiro pode impor seleção no próprio parasito, que por sua vez contribuirá para a variação na prevalência de parasitismo e expressão entre hospedeiros machos e fêmeas (DUNEAU; EBERT, 2012). Está claro que podem existir diferenças comportamentais e hormonais reguladas pelo sexo dos hospedeiros. No entanto, não houve diferenças significativas na prevalência e na abundância dos endoparasitos entre os

indivíduos machos e fêmeas de *B. orbignyana* denotando assim semelhanças nas peculiaridades ecológicas (habitat, comportamento e dieta) e resistência fisiológica entre os hospedeiros de ambos os sexos. A ausência de relação considerável entre o sexo dos hospedeiros e a diversidade ou a riqueza de parasitos parece ser um padrão, pois foi também observada para outras espécies de peixes da região (MACHADO; ALMEIDA; PAVANELLI; TAKEMOTO, 2000; GUIDELLI; ISAAC; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2003; LIZAMA; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

O padrão agregado observado para endoparasitos de *B. orbignyana* é considerado característico dos sistemas parasitários e ocorre em função da maioria dos hospedeiros estarem parasitados por espécies com baixa intensidade parasitária ou não infectada, enquanto que poucos hospedeiros apresentam espécies de parasitos em elevada intensidade (POULIN, 2007; KENNEDY, 2009). O padrão de dispersão agregada encontrado no presente trabalho é típico dos endoparasitos e é semelhante a outros estudos realizados com peixes da planície de inundação (MACHADO; PAVANELLI; TAKEMOTO, 1996; MACHADO; ALMEIDA; PAVANELLI; TAKEMOTO, 2000; GUIDELLI; ISAAC; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2003; LACERDA; TAKEMOTO; LIZAMA; PAVANELLI, 2007).

Adicionalmente o padrão de distribuição agregado pode revelar que uma inter-relação persistente é possível para as populações de hospedeiros e parasitos que podem atingir um nível de equilíbrio linear ou cíclico (KENNEDY, 2009). A causa primária deste tipo de distribuição dentro da população de hospedeiros está associada principalmente a fatores estocásticos ambientais, entre os quais incluem-se mudanças em parâmetros físico-químicos do ambiente no tempo e no espaço, e principalmente diferenças na susceptibilidade do hospedeiro à infecção, as quais podem ser devidas a diferenças imunológicas, comportamentais, além de fatores genéticos (ZUBEN, 1997).

Além disso, a agregação da população de parasito dentro de uma pequena população de hospedeiros, aumenta a estabilidade da relação, em função dos mecanismos regulatórios como: mortalidade do hospedeiro dependente da densidade do parasito e redução na sobrevivência e fecundidade, causadas por competição intraespecífica entre os parasitos ou reação imunológica dos hospedeiros (DOBSON, 1990). Segundo Zuben

(1997), o padrão de distribuição agregado age para aumentar a regulação dependente da densidade, da abundância tanto de hospedeiros como de parasitos, além de reduzir o nível de competição interespecíficas entre os parasitos. Estes fatores tornam o presente resultado de grande importancia para espécies comerciais, como *B. orbignyana*.

Considerando a segurança alimentar, González, Hernández, Arias e Martín (2001) classificam os parasitos de peixes, em dois grupos: os de interesse em saúde pública, já que podem ocasionar doenças nos consumidores e, aqueles que apenas causam lesões na musculatura, alterando as características sensoriais, diminuindo o valor comercial por questões higiênico-sanitárias, ou até mesmo levando a sua condenação em função do aspecto repugnante. No grupo dos helmintos parasitos de peixes de interesse na saúde pública, por causa de seu elevado potencial zoonótico, destacam-se os nematóides da família Anisakidae (OKUMURA; PEREZ; FILHO, 1999). Em *B. orbignyana* foram encontrados anisacuídeos pertencentes a três gêneros *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Goezia* sp. A presença dessas espécies em estágio larval pode estar associado à posição intermediária do hospedeiro na cadeia trófica. Isto ocorre quando há consumo de peixes menores e também quando jovens, de crustáceos e moluscos (ALMEIDA, 1994), organismos muito utilizados como primeiros hospedeiros intermediários para muitas espécies de endoparasitos. Esta dieta pode propiciar a utilização deste hospedeiro como intermediário ou paratênico para estas espécies transmitidas troficamente e que utilizam outras espécies como hospedeiros definitivos (MOREIRA; ITO; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2005; TAVARES; LUQUE; BICUDO, 2005).

Diversos autores têm demonstrado que o domínio de larvas em termos de prevalência e abundância em determinados grupos de peixes (principalmente nematóides, cestóides e acantocéfalos) é um padrão comum (CREMONTE; SARDELLA, 1997; TIMI, 2003; TIMI; POULIN, 2003). A predominância de larvas ocorridas em *B. orbignyana* compreende as espécies com especificidade extremamente baixa como os anisacuídeos dos gêneros *Contracaecum*, *Goezia* e *Hysterothylacium*.

O número de espécies em uma infracomunidade reflete o número de espécies presentes na localidade, ou seja, a riqueza da comunidade, bem como a transmissão e oportunidades de infecção dentro da localidade e assim, a probabilidade dos hospedeiros



serem infectados. As diferenças na riqueza de espécies, assim como na diversidade das diferentes infracomunidades, podem ser também o resultado de diferenças individuais na resposta ao parasitismo por diferentes espécies de helmintos e nas taxas de transmissão dos parasitos. Fatores como a competição interespecífica podem desempenhar também um papel fundamental na riqueza parasitária, embora aqui não foi possível observar evidências de competição.

Riqueza e diversidade são atributos das comunidades de parasitos frequentemente relacionados ao tamanho do corpo dos hospedeiros. Peixes pertencentes a diferentes classes de comprimento diferem no seu modo de vida e, portanto, em seu grau de exposição aos parasitos (GUÉGAN; HUGUENY, 1994). Além disso, algumas espécies de parasitos podem ocorrer em certas classes de comprimento e estar ausentes em outras.

Ao comparar a diversidade endoparasitária entre os indivíduos de *B. orbignyanus*, encontrou-se uma relação positiva entre o tamanho do corpo do hospedeiro e a riqueza de espécies de parasitos, corroborando assim a hipótese de que os hospedeiros maiores sustentam uma comunidade parasitária mais diversa. Essas diferenças podem ocorrer também em virtude da dieta dos peixes, as espécies de parasitos transmitidos através dos alimentos estão intimamente relacionadas com o tipo de alimento ingerido pelo peixe, preferências alimentares mudam com o tamanho (idade) do peixe, daí as mudanças na fauna parasitária (ROLBIECKI, 2006). Às vezes a composição parasitária pode ser um indicador de habitat, tipo de alimento, e até mesmo rotas de migração dos hospedeiros.

Larvas de *Contracaecum* sp. encontradas nos indivíduos de *B. orbignyanus* foi o táxon dominante provavelmente por se tratarem de espécies generalistas e com baixa especificidade.

O rio Paraná é o grande controlador da hidrodinâmica de todo o sistema de inundação, principalmente quanto ao nível da água na sua planície. As águas baixas ocorrem durante os meses mais frios do ano (junho a setembro), enquanto os maiores níveis coincidem com períodos de elevadas temperaturas e maior pluviosidade. Apesar das oscilações simultâneas dessas funções de força, as variáveis limnológicas dos habitats da planície aparentemente são afetadas primordialmente pelos níveis de água.

Os ciclos anuais e períodos reprodutivos de parasitos de peixes estão frequentemente relacionados à variação hidrológica do hábitat do hospedeiro, assim como às flutuações na abundância de plâncton e bentos e de peixes que se alimentam desses organismos. Na variação anual do nível hidrológico (média mensal) durante o período amostral destacou-se uma queda nos meses de junho de 2010 e junho de 2011, sendo o menor nível registrado em setembro de 2011.

Segundo Machado, Pavanelli e Takemoto (1994), hospedeiros intermediários apresentam uma tendência de agregação no período de águas baixas, quando a atividade de alimentação dos peixes é mais intensa. Entretanto, neste estudo observou-se maior abundância endoparasitária durante o período de águas altas, indicando haver maior disponibilidade de hospedeiros intermediários nesses períodos do ciclo hidrológico. Em planície de inundação neotropical variações de temperatura não são bem acentuadas como em regiões que apresentam mudanças mais definidas, demonstrando assim influência sazonal na ocorrência de endoparasitos.

Muito embora as espécies de endoparasitos como *R. acuminata*, *P. (S.) inopinatus* e *E. briconi* estejam sendo resgistradas pela primeira vez em *B. orbignyanus*, foram encontradas em outras espécies de *Brycon* tais como: *B. falcatus* (MOLIN, 1860), *B. melanopterus*, *B. cephalus*, *B. amazonicus* e *B. hilarii* (MORAVEC, 1998).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As comunidades parasitárias de peixes são consideradas como um indicador das mudanças ocorridas no meio aquático. Entre as fases do ciclo hidrológico foi observado um aumento na riqueza de espécies e na diversidade de endoparasitos (principalmente para nematóides). No entanto, a resposta do hospedeiro para as alterações do meio ambiente, assim como a resistência a parasitos, está provavelmente relacionada com a história de vida dos hospedeiros. Verificou-se neste estudo que a riqueza de espécies de parasitos não mostrou associação com várias características do hospedeiro, com exceção do tamanho do peixe. Variações da riqueza de espécies de parasito entre os hospedeiros proporcionam não

apenas um bom modelo para estudos da diversificação de comunidade, mas também é de grande interesse no contexto de previsão de risco de doença e de alvos na conservação.

Algumas relações esperadas entre parasito e hospedeiro, a riqueza de espécies não se estabeleceu devido a interligação entre os diversos microhabitats durante o período de altos níveis de água que minimiza a heterogeneidade do ecossistema e sua biota.

Portanto, estudos futuros, com períodos mais longos de observação poderão esclarecer os aspectos das variações cíclicas entre as características ambientais abióticas e bióticas das populações do hospedeiro e da comunidade parasitária, contribuindo para melhor identificação dos fatores reguladores da organização e estrutura destas comunidades parasitárias.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S.; GOMES, L.C.; BINI, L.M. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). **A planície de inundação do alto do rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997. cap. II.6, p. 229-248.

ALMEIDA, V.L.L. **Utilização de recursos alimentares por peixes piscívoros da planície de inundação do alto rio Paraná Brasil**. Maringá, 1994. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá.

BELL, G.; BURT, A. The comparative biology of parasite species diversity internal helminths of freshwater fish. **Journal of Animal Ecology**, v. 60, p. 1047-1064, 1991.

BORBA, M.R.; FRACALOSI, D.M.; PEZZATO, L.E. Dietary energy requirement of piracanjuba fingerlings, *Brycon orbignyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate and lipid. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, p. 183-191, 2006.

BUSH, A.O.; AHO, J.M.; KENNEDY, C.R. Ecological versus phylogenetics determinants of helminth parasite community richness. **Evolutionary Ecology**, v. 4, p. 1-20, 1990.

BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* 1982. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.

CANEVARI, P.; DAVIDSON, I.; BLANCO, D.E.; CASTRO, G.; BUCHER, E.H. Wetlands of South America: an agenda for biodiversity conservation and policies development. In: WETLANDS INTERNATIONAL, 46., 2001. Waneningen.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: Unesp, 1992. 189 p.

CREMONTE, F.; SARDELLA, N.H. The parasite fauna of *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 (Pisces: Scombridae) in two zones of the Argentine Sea. **Fisheries Research**, v. 31, n. 1-2, p. 1-9, 1997.

DOBSON, A.P. Models of multi-species parasites-host communities. In: ESCH, G.W.; BUSH, A.O.; AHO, J. (Ed.). **Parasite communities: patterns and process**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 261-287.

DOGIEL, V.A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V. A.; PETRUSHEVSKI, G.K.; POLYANSKY, Y.I. (Ed.). **Parasitology of Fishes**. 1st ed. Edinburgh & London: Oliver and Boyd, 1970. p. 1-47.

DUNEAU, D.; EBERT, D. Host Sexual Dimorphism and Parasite Adaptation. **PLOS Biology**, v. 10, p. 1-9, 2012.

EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2. ed. Maringá: Eduem, 2006. 199 p.

EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333 p.

ESCH, G.W.; BUSH, A.O.; AHO, J.M. **Parasite communities: patterns and processes**. London: Chapman and Hall, 1990. p. 41-67.

GONZÁLEZ, I.; HERNÁNDEZ, P.E.; ARIAS, M.T.G.; MARTÍN, R. Aspectos higiénico-sanitarios relacionados con la presencia de parásitos en los productos de la pesca. I. Parásitos de interés. **Alimentaria**, v. 321, p. 55-60, 2001.

GOTELLI, N.; ROHDE, K. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. **Ecology Letters**, v. 5, p. 86-94, 2002.

GUÉGAN, J.F.; KENNEDY, C.R. Maximum local helminth parasite community richness in British freshwater fish: A test of the colonization time hypothesis. **Parasitology**, v. 106, p. 91-100, 1993.

GUÉGAN, J.F.; HUGUENY, B. A nested parasites species subset pattern in tropical fish-host as major determinant of parasite infracommunity structure. **Oecologia**, v. 100, p. 184-189, 1994.

GUIDELLI, G.M.; ISAAC, A.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the Baía river, upper Paraná River floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 2, p. 261-268, 2003.

HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; BINI, L.M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos Primeiros Anos de sua Formação. **Interciência**, v. 23, n. 5, p. 299-305, 1998.

HARRIS, P.D.; SOLENG, A.; BAKKE, T.A. Increased susceptibility of salmonids to the monogenean *Gyrodactylus salaris* following administration of hydrocortisone acetate. **Parasitology**, v. 120, p. 57-64, 2000.

HOLMES, J.C. Competition, contact, and others factors restricting niches of parasite helminths. **Annales de Parasitologie Humaine et Comparee**, v. 65, p. 69-72, 1990.

HOLMES, J.C.; PRICE, P.W. Communities of parasites. In: ANDERSON, D. J.; KIKKAWA, J. (Ed.). **Community ecology: pattern and process**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986. p. 187-213.

HORI, T.S.F.; AVILEZ, I.M.; INOUE, L.K.; MORAES, G. Metabolic changes induced by chronic phenol exposure in matrinxã *Brycon cephalus* (teleostei: characidae) juveniles. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 143, n.1, p. 67-72, 2006.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 106, p. 110-127, 1989.

KADLEC, D.; ŠIMKOVÁ, A.; JARKOVSKY, J.; GELNAR, M. Parasite communities of freshwater fish under flood conditions. **Parasitology Research**, v. 89, p. 272-283, 2003.

KENNEDY, C. R. The ecology of parasites of freshwater fishes: the search for patterns. **Parasitology**, v. 136, n. 12, p. 1653-1662, 2009.

KHAN, R. A. Host-Parasite Interactions in Some Fish Species. **Journal of Parasitology Research**, v. 2012, p.1-7, 2012.

KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M.; COHEN, S.C. (Ed.). **South American trematodes parasites of fishes**. Rio de Janeiro: Imprinta Express, 2007. 318 p.

LACERDA, A.C.F.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M. de los A.P.; PAVANELLI, G.C. Parasitic copepods in the nasal fossae of five fish species (Characiformes) from the upper Paraná River floodplain, Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 29, p. 429-435, 2007.

LAFFERTY, K.D. The evolution of trophic transmission. **Parasitology Today**, v. 15, p. 111-115, 1999.

LANDSBERG, J.H.; BLAKESLEY, B.A.; REESE, R.O.; MCRAE, G.; FORSTCHEN, P.R. Parasites of fish as indicators of environmental stress. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 51, p. 211-232, 1998.

LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition of perch *Perca fluviatilis*. **Journal of Animal Ecology**, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.

LIZAMA, M. de los A.P.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Influence of the seasonal and environmental patterns and host reproduction on the metazoan parasites of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Archives and Technology**, v. 49, p. 611-622, 2006.

LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; SIROL, R.N.; POVH, J.A.; GOMES, P.C.; VARGAS, L.; STREIT JR., D.P. Genetic diversity in piraicanjuba populations (*Brycon orbignyanus*) with the RAPD (Random Amplified Polimorphic DNA) markers. **Journal of Animal Science**, v. 84, p.170-170, 2006.

LOWE-McCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Tradução Anna Emília A. de M. Vazzoler, Ângelo Antonio Agostinho, Patrícia T.M. Cunningham. São Paulo: Edusp, 1999. 534 p., il. (Coleção Base).

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: Wiley-Interscience Publications, 1988. 337 p.

MACHADO, A.B.M; MARTINS, C.S; DRUMMOND, G.M. (Ed.). **Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Incluindo as Espécies Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 160 p.

MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Influence of host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 3, p. 143-148, 1994.

MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n.4, p. 441-448, 1996.

MACHADO, P.M.; ALMEIDA, S.C.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Ecological aspects of Endohelminths Parasitizing *Cichla monoculus* Spix, 1831 (Perciformes, Cichlidae) in the Paraná River near Porto Rico, State of Paraná, Brazil. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v. 67, n.2, p. 210-217, 2000.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.

MARTINELLI, L.A.; SILVA, A.M.; CAMARGO, P.B.; MORETTI, L.R.; TOMAZELLI, A.C.; SILVA, D.M.L.; FISCHER, E.G.; SONODA, K.C.; SALOMÃO, M.S.B.M. Levantamento das cargas orgânicas lançadas nos rios do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 2, n.2, p. 1-18, 2002.

MOLIN, R. Una monografía del genere Spiroptera. Anzeigen der Akademie der Wissenschaften. **Wien Mathematisch naturwissenschaftliche**, v. 38, p. 911-1005, 1860.

MONTEIRO, D.A.; ALMEIDA, J.A.; RANTIN, F.T.; KALININ, A.L. Oxidative stress biomarkers in the freshwater characid fish, *Brycon cephalus*, exposed to organophosphorus insecticide Folisuper 600 (methyl parathion). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 143, n.2, p. 141-149, 2006.

MORAND, S.; CRIBB, T.H.; KULBICKI, M.; CHAUVET, C.; DUFOUR, V.; FALIEUX, E.; GALZIN, R. LOC.; LO-YAT, A.; PICHELIN S. P.; RIGBY, M.C.; SASAL, P. Determinants of endoparasite species richness of New Caledonian Chaetodontidae. **Parasitology**, v. 121, p. 65-73, 2000.

MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region**. Prague: Academia, 1998. 464 p.

MOREIRA, S.T.; ITO, K.F.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, C.G. Ecological aspects of the parasites of *Iheringichthys labrosus* (Lüken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae) in reservoirs of Paraná basin and upper Paraná floodplain, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, p. 317-322, 2005.

NEIFF, J.J. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. **Interciencia**, v. 15, n. 6, p. 424-441, 1990.

OKUMURA, M.P.M.; PEREZ, A.C.A.; FILHO, A.E. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado-revisão. **Revista de educação continuada do CRMV-SP**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 66-80, 1999.



OPPERMAN, J.J.; LUSTER, R.; MCKENNEY, B.A.; ROBERTS, M.; MEADOWS, A.W. Ecologically functional floodplains: connectivity, flow regime, and scale. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 46, p. 211-226, 2010.

PARAGUASSÚ, A.R.; LUQUE, J.L. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes do Reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n.3, p. 121-128, 2007.

POULIN, R. Phylogeny, ecology and richness of parasites communities invertebrates. **Ecological Monographs**, v. 65, n.3, p. 283-302, 1995.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites**: from individuals to communities. London: Chapman & Hall, 1998.

POULIN, R. The structure of parasite communities in fish hosts: ecology meets geography and climate. **Parassitologia**, v. 49, p. 169-172, 2007.

POULIN, R.; ROHDE, K. Comparing the richness of metazoan ectoparasite communities of marine fishes: controlling for host phylogeny. **Oecologia**, v. 110, n. 2, p. 278-283, 1997.

POULIN, R.; LEUNG, T.L.F. Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. **Oecologia**, v. 166, p. 731-738, 2011.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Hematological characteristics and relative condition factor (Kn) associated with parasitism in *Schizodon borelli* (Osteichthyes, Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes, Prochilodontidae) from Paraná River, Porto Rico region, Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 22, p. 515-521, 2000.

RESENDE, E.K. **Pulso de inundação**: processo ecológico essencial à vida no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 16 p.

ROLBIECKI, L. Correlation between the occurrence of parasites and body length of roach, carp bream, European perch, zander, and ruffe in the Vistula Lagoon estuary. **International Journal of Oceanography and Hydrobiology**, v. 36, p. 257-267, 2006.

SASAL, P.; DESDEVISES, Y.; MORAND, S. Host-specialization and species diversity in fish parasites: phylogenetic conservatism? **Ecography**, v. 21, p. 639-643, 1998.

SHOTTER, R.A. Changes in the parasite fauna of whiting *Odontogadus merlangus* L. with age and sex of host, season, and from different areas in the vicinity of the Isle of Man. **Journal of Fish Biology**, v. 5, p. 559-573, 1973.

ŠIMKOVÁ, A.; SASAL, P.; KADLEC, D.; GELNAR, M. Water temperature influencing dactylogyrid species communities in roach, *Rutilus rutilus*, in the Czech Republic. **Journal of Helminthology**, v. 75, p. 373-383, 2001a.

ŠIMKOVÁ, A.; GELNAR, M.; SASAL, P. Aggregation of congeneric parasites (Monogenea: *Dactylogyrus*). **Parasitology**, v. 123, p. 599-607, 2001b.

TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M. de los A.P.; LACERDA, A.C.F.; YAMADA, F.H.; MOREIRA, L.H.A.; CESCHINI, T.L.; BELLAY, S. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 691-705, 2009.

TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L.; BICUDO, A.J.A. Community ecology of metazoan parasites of the anchovy *Anchoa tricolor* (Osteichthyes: Engraulidae) from the coastal zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 533-540, 2005.

THATCHER, V.E. **Amazon Fish Parasites**. 2nd ed. Sofia, Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. 508 p.

TIMI, J.T. Parasites of Argentine anchovy in the Southwest Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host populations. **Journal of Fish Biology**, v. 63, n. 1, p. 90-107, 2003.

TIMI, J.T.; POULIN, R. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? **International Journal for Parasitology**, v. 33, p. 1353-1362, 2003.

VALTONEN, E.T.; MARCOGLIESE, D.J.; JULKUNEN, M. Vertebrate diets derived from trophically transmitted fish parasites in the Bothnian Bay. **Oecologia**, v. 162, p. 139-152, 2010.

VAZ, M.M.; TORQUATO, V.C.; BARBOSA, N.D.C. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte: CEMIG/CETEC, 2000. 144 p.

VIOLANTE-GONZÁLEZ, J.; MENDOZA-FRANCO, E.F.; ROJAS-HERRERA, A.; GUERRERO, S.G. Factors determining parasite community richness and species composition in black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from Coastal Lagoons in Guerrero, Mexico. **Parasitology Research**, v. 107, p. 59-66, 2010.

VIOLANTE-GONZÁLEZ, J.; MONKS, S.; ROJAS-HERRERA, A.; GUERRERO, S.G. Richness and species composition of helminth communities in Yellowfin Snook (*Centropomus robalito*) (Centropomidae) from Coastal Lagoons in Guerrero, Mexico. **Comparative Parasitology**, v. 78, n. 1, p. 84-94, 2011.

WARD, J. V.; TOCKNER, K.; SCHIEMER, F. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. **Regulated Rivers. Research & Management**, v. 15, n. 1-3, p.125-139, 1999.

ZANIBONI-FILHO, E.; REYNALTE-TATAJE, D.; WEINGARTNER, M. Potencialidad del género *Brycon* en la piscicultura brasileña. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 19, p. 233-240, 2006.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey, 2010. 944 p.

ZUBEN, C.J.V. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 523-530, 1997.