

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

LUIZA PAULA DA CONCEIÇÃO LOPES

**Padrões de distribuição da fauna endoparasitária de peixes pimelodídeos das
bacias hidrográficas dos rios Solimões, Cuiabá e Paraná**

Maringá
2012

LUIZA PAULA DA CONCEIÇÃO LOPES

**Padrões de distribuição da fauna endoparasitária de peixes pimelodídeos das
bacias hidrográficas dos rios Solimões, Cuiabá e Paraná**

Tese 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 Doutor em Ciências Ambientais. Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli

Maringá
2012

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

L864p

Lopes, Luiza Paula da Conceição, 1978-

Padrões de distribuição da fauna endoparasitária de peixes pimelodídeos das bacias hidrográficas dos rios Solimões, Cuiabá e Paraná / Luiza Paula da Conceição Lopes. -- Maringá, 2012.

54 f. : il.

Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli.

1. Peixes siluriformes - Fauna endoparasitária - Bacias hidrográficas - Brasil. 2. Peixes pimelodídeos - Fauna endoparasitária - Bacias hidrográficas - Brasil. 3. Endoparasitismo. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -597.49178570981
NBR/CIP - 12899 AACR/2

LUIZA PAULA DA CONCEIÇÃO LOPES

**Padrões de distribuição da fauna endoparasitária de peixes pimelodídeos das
bacias hidrográficas dos rios Solimões, Cuiabá e Paraná**

Tese 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 Doutor em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Leandro Portz
Universidade Federal do Paraná - Campus Palotina

Prof^a. Dr^a. Patrícia Machado Aoyama
Faculdade Integrada de Ourinhos – SP

Prof^a. Dr^a. Norma Segatti Hahn
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Prof^a. Dr^a Marion Haruko Machado
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 24 de fevereiro de 2012.

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

*Dedico este trabalho ao
melhor amigo de turma
que pude ter, e posterior
melhor marido;
Fernando.*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais PEA e NUPELIA por disponibilizar toda estrutura para minha formação.

A CAPES pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento do projeto que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa (processo 480460/2010-8).

Ao Dr. Marcos Tavares Dias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo apoio nas coletas no rio Solimões- AM.

Meu orientador Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli, pelos ensinamentos passados, eterno companheiro de viagem. Agradeço pela paciência, ajuda e amizade.

Ao Dr. Ricardo Massato Takemoto, por repassar ensinamentos preciosos e sempre com grande entusiasmo e paciência.

A Dra. Maria de los Angeles Perez Lizama, pelas horas divididas de laboratório e pela disposição em nos ajudar sempre.

Aos companheiros e amigos de viagem durante as coletas; Ana Carolina F. Lacerda, Antonio A. Mataresio, Letícia C. Karling e Ricardo M. Takemoto.

Aos amigos de laboratório, que se tornaram meus irmãos de coração, foi um prazer conviver com vocês, guardarei cada momento compartilhado. Em especial Letícia e Bruno pela paciência e disposição em me ajudar sempre que preciso.

À Salete e João, pelo atendimento e organização exemplar na biblioteca setorial do Nupélia.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação (PEA) pela amizade e ensinamentos e aos colegas pós-graduandos.

Um agradecimento especial á minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim, Alberto e Lindalva, Flávia, Moisés, Keila, Daniel, Daniela e Elena.

Ao Fernando, pessoa maravilhosa com quem adoro dividir cada minuto da vida. Te amo. E por fim; José Alves, por me mostrar todos os dias que; tem um cão tem um amigo.

Padrões de distribuição da fauna endoparasitária de peixes pimelodídeos das bacias hidrográficas dos rios Solimões, Cuiabá e Paraná

RESUMO

Estudos relacionados à distribuição e abundância de espécies são comuns em ecologia, e têm sido uma tendência em pesquisas de parasitologia de peixes. Estas pesquisas permitem inferir quais fatores podem influenciar as comunidades de parasitos; se bióticos ou abióticos ou mesmo a união destes. Esta análise verificou a similaridade da comunidade endoparasitária de duas espécies de peixes, utilizando distribuição espacial em macro escalas. Para isto, foram escolhidas duas espécies nativas de peixes da família Pimelodidae; *Hemisorubim platyrhynchos* e *Sorubim lima*, coletadas em três bacias geográficas brasileiras distintas, sendo bacia do rio Amazonas, bacia do rio Cuiabá e Bacia do Alto rio Paraná. Estas espécies são piscívoras, consumindo pequenos peixes e alguns crustáceos, habitam regiões de fundo de rios e lagos. Os resultados mostraram que a distribuição endoparasitária de *H. platyrhynchos* e *S. lima* não são previsíveis no espaço, porque em cada um dos locais amostrados as populações endoparasitárias apresentaram diferentes valores de descritores ecológicos (prevalência, intensidade média e abundância média de parasitismo) dominância, riqueza e diversidade de espécie.

Palavras-chave: *Hemisorubim platyrhynchos*. *Sorubim lima*. Similaridade. Comunidade parasitária. Biogeografia.

Distribution patterns of fish fauna parasite pimelodids watershed of the rivers Solimões, Paraná and Cuiabá

ABSTRACT

Studies related to the distribution and abundance of species is common in ecology, and has been a tendency in researches of fish parasitology. These researches allow us to infer which factors, biotic and/or abiotic, can present more influence in the communities of fish parasites. This work had as main objective to verify the similarity of the endoparasitary community of two fish species, using special distribution in macro scales. To achieve this purpose, two species of fish of the family Pimelodidae were chosen: *Hemisorubim platyrhynchos* and *Sorubim lima*, collected in three different geographical basin (Amazon river basin, Cuiaba river basin and high Parana river basin). These species are piscivores, consuming small fishes and some crustaceans and live in the deep regions of rivers and lakes. The results shows that the endoparasitary distribution of *H. platyrhynchos* and *S. lima* are not predictable in space, cause in each sampled location the endoparasitary populations presented different values of ecological descriptors (prevalence, mean intensity and mean abundance of parasitism) dominance, richness and diversity of the specie.

Keywords: *Hemisorubim platyrhynchos*. *Sorubim lima*. Similarity. Parasitary community. Biogeography.

Tese elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Journal of Helminthology*. Disponível em: <http://assets.cambridge.org/JHL/JHL_ifc.pdf>

SUMÁRIO

1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ENDOPARASITOS DE <i>HEMISORUBIM PLATYRHYNCHOS</i> (VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NEOTROPICAIS	11
1.1 Introdução.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 Áreas de estudo.....	13
2.2 Coleta dos peixes e seus parasitos	14
2.3 Análise dos dados	15
3 RESULTADOS	17
4 DISCUSSÃO	22
BIBLIOGRAFIA	28
2 VARIAÇÃO ESPACIAL DE ENDOPARASITOS DE <i>SORUBIM LIMA</i> (BLOCH & SCHNEIDER,1801) (OSTEICHTHYES: PIMELODIDAE) EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NEOTROPICAIS.....	35
2.1 Introdução.....	35
2.2 Material e Métodos.....	37
2.3 Área de estudo	37
2.3.1 Coleta de <i>Sorubim lima</i>	37
2.4 Análise dos dados	38
2.5 Resultados.....	40
2.6 Discussão.....	44
BIBLIOGRAFIA	49
3 CONCLUSÃO GERAL	54

1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ENDOPARASITOS DE *HEMISORUBIM PLATYRHYNCHOS* (VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NEOTROPICAIS

1.1 Introdução

Pesquisas em parasitologia de peixes têm apresentado crescimento nas últimas décadas. Estudos que inicialmente foram marcados por descrições taxonômicas de espécies e composição da fauna parasitária, agora são complementados por trabalhos que procuram conhecer o fator preponderante na estrutura da fauna parasitária dessas comunidades.

Atualmente pesquisas ecológicas em parasitologia de peixes utilizam-se das mais diversas formas de estudo, como aquelas relacionadas à sua distribuição em função da latitude (Thieltges *et al.*, 2011; Poulin & Leung, 2011), variações temporal e espacial (Vidal-Martínez & Poulin, 2003; Faisal *et al.*, 2011; Muñoz & Randhawa, 2011), influência de fatores abióticos relacionados a riqueza de espécies (Koprivnikar & Poulin, 2009; Violante-González *et al.*, 2010; Poulin *et al.*, 2011) e estudos sobre a similaridade entre as comunidades, considerando o efeito da distância geográfica (Karvonen & Valtonen, 2009; Timi *et al.*, 2010). De maneira geral procuram estabelecer os padrões de como a comunidade se comportam nos diferentes ambientes e quais são aqueles fatores que estão influenciando essa comunidade. Diante dos mais diferentes tipos de respostas, alguns autores já começam a se questionar se há realmente um padrão a ser seguido por essa comunidade de parasitos.

Poulin (2007a) questiona se há realmente padrões que regem as comunidades de parasitos. Kennedy (2009) fez uma ampla revisão sobre os trabalhos realizados para parasitos de peixe de água doce e verificou que alguns estudos não encontram modelo na estrutura e riqueza de comunidade de parasitos enquanto outros identificam modelos que não são constantes sobre o espaço e tempo. O autor diz que qualquer tipo de padrão são muito difícil de identificar, e mesmo quando detectados raramente ou nunca é replicáveis.

Estudos relacionados a variações espaciais e temporais na comunidade podem indicar como os fatores locais (abiótico e condições bióticas) estão estruturando a

comunidade de helmintos, particularmente quando diferenças são encontradas nos hospedeiros.

Um fator que deve ser considerado por afetar a similaridade das comunidades de parasitos é a sua distribuição geográfica (Poulin & Morand, 1999; Poulin, 2003). Segundo Poulin (2007b) as comunidades de parasitos de peixes não são uniformes no espaço, sua diversidade, na composição e abundância que variam de acordo com o âmbito geográfico do hospedeiro.

No Brasil, algumas pesquisas foram realizadas referentes a variação espacial e temporal nas comunidades de parasitos. Estes estudos ocorreram em ambientes marinhos (Carvalho & Luque, 2011); com espécies invasoras em reservatórios (Yamada *et al.*, 2011); em peixes de cultivo (Jerônimo *et al.*, 2011); com peixes nativos da bacia Amazônica (Vital *et al.*, 2011) e com peixes nativos da bacia do alto rio Paraná (Machado *et al.*, 1995; Lizama *et al.*, 2006a). No Brasil estudos de parasitos de peixes em macro escalas foram realizadas por Lacerda (2011) que trabalhou com peixes nativos da bacia Amazônica que invadiram outras bacias e Rosim (2010) que estudou a teoria do declínio da similaridade com o aumento da distância geográfica.

A espécie de peixe analisada neste trabalho é *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) que pertence à Família Pimelodidae (Siluriformes), possui porte médio, com comprimento máximo de 52,5 cm (Lundberg & Littmann, 2003), encontradas em rios, lagoas e canais sendo considerada uma espécie piscívora, consumindo pequenos peixes e alguns invertebrados (Hahn *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2006; Bozza & Hahn, 2010) Não possui cuidado parental, realiza grandes migrações e a primeira maturação gonadal das fêmeas ocorre com 316 mm e nos machos com 240 mm (Suzuki *et al.*, 2004). Este peixe é nativo nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Paraná-Paraguai (Graça & Pavanelli, 2007).

O objetivo deste estudo foi verificar o grau de similaridade entre a fauna endoparasitária de duas populações de *H. platyrhynchos* coletadas em duas distintas bacias hidrográficas brasileiras; bacia do rio Paraguai e bacia do Alto rio Paraná e determinar quais os fatores que estruturam a composição da fauna de endoparasitos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

As coletas foram realizadas em rios de duas bacias hidrográficas brasileiras; bacia do rio Paraguai (rio Cuiabá) e bacia do alto rio Paraná (rio Paraná) Figura 01.



Figura 01- Mapa indicando os locais de coleta; rio Cuiabá e rio Paraná, Brasil.

A bacia hidrográfica do rio Cuiabá, possui cerca de 103.500 Km². O clima típico da bacia é o Aw (clima de savana) conforme Köppen (1931) com precipitação média anual de 1.500mm de chuva, distribuída entre dois períodos distintos; um chuvoso, com médias mensais acima de 200 mm (entre dezembro e março) e outro seco, com médias mensais acima de 100 mm (entre junho e agosto). A temperatura média anual do ar varia entre 12 e 28° C. A umidade relativa do ar varia entre 60 e 80%, sendo menor no

período seco (junho-agosto). A evaporação mensal varia entre 60 e 200 mm, sendo maior também no período seco (entre junho e outubro) (ANA 2003). A vazão média do rio Cuiabá nas proximidades da cidade de Cuiabá é cerca de 343,83 m³/s. Em período de cheias a média é de cerca de 500.0m³/s, atingindo até 1.800m³/s, e no período de estiagem de 184,0 m³/s (PCBAP, 1997).

O rio Paraná é o segundo maior em extensão na América do Sul. O trecho compreendido entre a confluência dos rios Parnaíba e Grande até as antigas Sete Quedas denominado de alto rio Paraná, possui uma extensão de 619 Km (Agostinho & Júlio Jr, 1999). Ao longo dos anos o rio vem sofrendo drásticas mudanças em seu leito, especificamente pela construção de barragens (Graça & Pavanelli, 2007) o que representa uma barreira entre essas populações de hospedeiros. A duração e o período em que se inicia a fase das águas altas do rio Paraná varia consideravelmente entre os anos, tornando-se um pulso irregular. Este rio possui valores neutros ou alcalinos de pH (7,3), elevados valores de condutividade elétrica (54,4μS.cm⁻¹) e baixa concentração de fósforo (18,5μg.L⁻¹). (Thomaz *et al.*, 2004).

2.2 Coleta dos peixes e seus parasitos

As coletas de *Hemisorubim platyrhynchos* no rio Cuiabá (16°44'S e 56°30'O) aconteceram em março de 2009 (16°44'S e 56°30'O). Os peixes foram adquiridos em mercados de peixes na cidade de Várzea Grande. No rio Paraná as coletas ocorreram no período de setembro de 2008 a dezembro de 2009 com coletas trimestrais, sendo as amostragens inseridas no Projeto Ecológico de Longa Duração PELD-CNPq Sítio 06- localizado próximo ao município de Porto Rico, Estado do Paraná (22°43' S e 53 10' O). Para cada peixe foi anotado o comprimento padrão e o peso. A necropsia, coleta e fixação dos parasitos internos foram realizadas segundo Eiras *et al.*, 2006.

Foram calculados os valores de prevalência, intensidade média, abundância média e amplitude de variação (Bush *et al.*, 1997). Esses cálculos foram realizados para cada espécie de parasito encontrado, nos dois ambientes amostrados.

2.3 Análise dos dados

Para verificar se os peixes apresentam diferença de tamanho nos diferentes ambientes, foi realizado o teste U de Mann-Whitney (Zar, 2010). Correlação de Spearman foi realizada para abundância de parasito e tamanho do peixe.

Para analisar se a diversidade da fauna parasitária difere entre os dois ambientes amostrados, foi calculado o índice de diversidade de Brillouin (H). Para verificar se os valores desses índices são significativamente diferentes foi realizado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney.

A dominância nas duas bacias hidrográficas foi estimada pelo índice de Berger-Parker (Magurran, 1988), onde $d = N_{\max}/N_t$, em que: N_{\max} refere-se ao número de indivíduos da espécie mais abundante e N_t representa o número total de indivíduos na amostra. Como resultado, este índice considera a proporção da espécie com maior número de indivíduos. Com o propósito de melhor visualização dos resultados no gráfico, os valores foram multiplicados por 100.

Os valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) de cada hospedeiro foram ajustados à curva da relação Wt/Ls ($Wt = a.Lt^b$) e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão a e b. Os valores de a e b foram utilizados nas estimativas dos pesos esperados (We), utilizando a equação: $We = a.Lt^b$. Foi calculado, 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). Para verificar se as médias do fator de condição relativo (Kn) foram estatisticamente diferentes nos dois ambientes, foi realizado o teste não paramétrico U de Mann Whitney. A correlação por postos de Spearman foi calculada para verificar se existe uma correlação entre o fator de condição relativo (Kn) e a abundância de parasitos.

Para avaliar as diferenças na composição das infracomunidades de parasitos de *H. platyrhynchos* entre as bacias utilizamos a análise discriminante, com os dados de abundância dos parasitos os quais, foram transformados em $\log_{10}(x+1)$. A análise discriminante foi feita para os parasitos que apresentaram uma prevalência maior que 5%, em pelo menos um dos locais amostrados. As análises foram realizadas com o Software Estatística 7.0.

A análise SIMPER (Clarke & Warrick, 2001) foi utilizada para determinar quais espécies conduziram a dissimilaridade entre os ambientes, bem como a porcentagem de cada uma delas.

3 RESULTADOS

Foram necropsiados 81 espécimes de *H. platyrhynchos*, sendo 28 no rio Cuiabá, e 53 do rio Paraná. Os peixes do rio Cuiabá apresentaram comprimento padrão médio de 32 cm (26-44 cm) e peso médio de 638 g (315-1.500) g. Os peixes do rio Paraná apresentaram comprimento padrão médio de 24 cm (14-41 cm) e peso médio foi de 240 g (39-1070 g). O teste não paramétrico U de Mann Whitney ($Z = -5,779$; $p = 0,000$) mostrou que há diferenças significativas entre o comprimento padrão dos peixes amostrados nas duas bacias hidrográficas. No entanto a correlação de Spearman (r_s) não mostrou correlação entre a abundância dos parasitos com o tamanho dos peixes em nenhuma das localidades ($r_s = 0,016$ $p = 0,929$, e $r_s = 0,008$ $p = 0,949$ para Rio Cuiabá e Paraná respectivamente).

Um total de 269 endoparasitos foi encontrado em *H. platyrhynchos*, sendo 181 no rio Paraná e 88 no rio Cuiabá. No rio Paraná foram encontradas 08 espécies de parasitos pertencentes a Digenea Diplostomidae, Cestoda, Nematoda e Acanthocephala. No rio Cuiabá foram encontradas 10 espécies de parasitos pertencentes a Digenea (Diplostomidae), Cestoda e Nematoda.

Cinco grupos taxonômicos foram comuns aos dois ambientes; *Spatulifer maringaensis* Pavanelli & Rego, 1989, *Mariauxiella piscatorum* Chambrier e Vaucher, 1999, *Chambriella paranaensis* (Pavanelli e Rego, 1989), larvas de *Contracaecum* spp. e larvas de Diplostomidae.

Larvas de *Contracaecum* não foram contabilizadas em função da grande quantidade presente em diferentes estágios de desenvolvimento, sendo as mesmas encistadas no mesentério dos peixes. As larvas de Digenea não foram identificadas em nível específico em função da ausência de órgãos reprodutivos que são fundamentais para identificação desses grupos (Tabela 01).

Os maiores valores de prevalência dos parasitos coletados no rio Cuiabá foram encontrados nas larvas de Diplostomidae (47%) e larvas de *Contracaecum* spp. (33,6%). Os Cestoda *Chambriella paranaensis* e *Spatulifer maringaensis* também foram prevalentes com 32 e 21,5 %, respectivamente. No rio Paraná *Spatulifer maringaensis* apresentou prevalência de 37,7%.

Tabela 01- Espécies de endoparasitos de *Hemisorubim platyrhynchos* coletados no rio Cuiabá em março de 2009 e rio Paraná no período de setembro de 2008 a dezembro de 2009, com seus respectivos valores de prevalência (P) expressa em porcentagem, intensidade média (IM), abundância média (AM), amplitude de variação (AV) para cada espécie de parasito coletado e n= total de hospedeiros amostrados.

Espécie de parasito	Rio Cuiabá (n=28)				Rio Paraná (n=53)			
	P	IM	AM	AV	P	IM	AM	AV
Digenea								
Diplostomidae (metacercária)	47,6	2,3	0,39	1-6	13,3	1,5	0,17	1-3
<i>Sanguinicola platyrhynchii</i>	-	-	-	-	1,8	1	0,17	1,3
Cestoda								
<i>Spatulifer maringaensis</i>	21,5	3,0	0,64	1-7	37,7	4,4	1,6	1-23
<i>Chambriella itaipuensis</i>	32	2,44	0,78	1-4	-	-	-	-
<i>Mariauxiella piscatorum</i>	10,7	1,0	0,10	1	11	1,3	0,15	1-4
<i>Chambriella paranaensis</i>	7,1	1,0	0,07	1	13,2	6,3	0,83	1-22
<i>Nupelia portoricensis</i>	-	-	-	-	11	1,3	0,15	1-4
Nematoda								
<i>Cucullanus (Cucullanus) pinnai pinnai</i>	3,5	1,0	1,0	1	-	-	-	-
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i>	3,5	1,0	1,0	1	-	-	-	-
<i>Procamallanus (Procamallanus) peraccuratus</i>	3,5	1,0	1,0	1	-	-	-	-
<i>Gnatostoma spinigerum</i>	3,5	1,0	1,0	1	-	-	-	-
<i>Contracaecum</i> spp* (larvas)	33,6	-	-	-	9,43	-	-	-
Acanthocephala								
<i>Quadrigyrus machadoi</i>	-	-	-	-	13,2	1,85	0,24	1-4

*larvas não quantificadas.

O índice de diversidade de Brillouin mostrou valor médio de $H=0,197$, para a infracomunidade de parasitos coletados no rio Paraná. No rio Cuiabá o valor para o índice foi $H=0,173$. No entanto, após realização do teste U de Mann Whitney verificou-se que se trata de diferenças não significativas ($p > 0,05$).

O índice de dominância relativa de Berger Parker mostrou que no rio Cuiabá, larvas de Diplostomidae, ($d=0,44$) *C. itaipuensis* e *S. maringaensis* ($d=0,25$ e $0,20$, respectivamente) foram às espécies com os maiores valores. No rio Paraná *S. maringaensis* apresentou valor de $0,48$ e *C. paranensis* $0,24$. Porém nenhuma espécie apresentou dominância superior a $0,50$ (Figura 02).

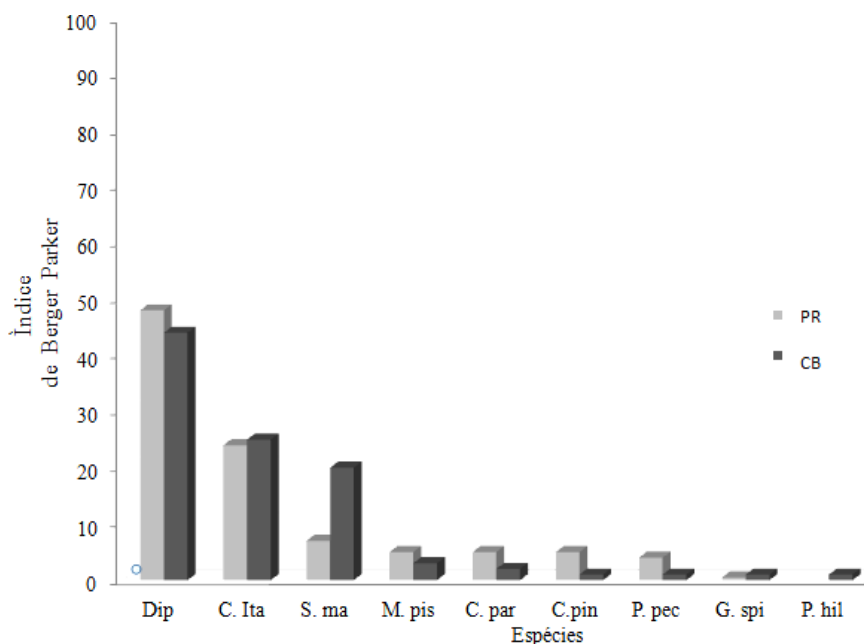


Figura 02- Valores do índice de Berger Parker (multiplicado por 100%) para as espécies de endoparasitos de *Hemisorubim platyrhynchos* coletados no rio Cuiabá em março de 2009 e rio Paraná no período de setembro de 2008 a dezembro de 2009. Dip (Diplostomidae), C. ita (*C. itaipuensis*), S. ma (*S. maringaensis*), M. pis (*M. piscatorum*), C. par (*C. paranensis*), P. pec (*P. (p) peracuratus*), G. spi (*G. spinigerum*), P. hil (*P. (S) hillarii*).

O valor médio do fator de condição relativo (Kn) para os peixes do rio Cuiabá foi de 1,04 e 1 para o rio Paraná. O teste U de Mann Whitney ($Z= 0,9941$; $p= 0,1601$) mostrou não haver diferenças significativas entre o Kn dos peixes do rio Cuiabá e do rio Paraná.

A correlação entre o fator de condição relativo e abundância dos parasitos no rio Cuiabá mostrou ser positiva; $r_s=0,079$ mas não significativa ($p=0,068$). Para o rio Paraná o valor da correlação foi positivo $r_s= 0,028$ e significativa ($p=0,038$).

A análise discriminante canônica das comunidades de parasitos de *H. platyrhynchos* apresentou diferenças significativas entre as localidades (Wilk's $\lambda = 0,501$; $F(4,51) = 12,66$ e $p < 0,05$). Quatro espécies explicaram o modelo na análise, *C. itaipuensis*, Diplostomidae, *S. maringaensis* e *N. portoricensis* (Tabela 02). As espécies que não contribuíram para a discriminação foram *Q. machadoi*, *C. paranensis*,

M. piscatorum e larvas de *Contracaecum* spp. Com os escores dos dois grupos foi construído um gráfico Box Plot para melhor visualização da separação destes grupos (Figura 03).

Tabela 02- Análise discriminante, valores da remoção de F, tolerância, para os endoparasitos de *Hemisorubim platyrhynchos* coletados no rio Cuiabá em março de 2009 e rio Paraná no período de setembro de 2008 a dezembro de 2009. As análises foram realizadas com a abundância dos parasitos, com transformação dos dados; $\log_{10}(x+1)$.

Variáveis	Wilk's λ	Remoção F (1,51)	Tolerância	P
<i>C. itaipuensis</i>	0,60	10,90	0,99	<0,01
Diplostomidae	0,67	17,37	0,82	<0,01
<i>S. maringaensis</i>	0,55	5,88	0,72	<0,01
<i>N. portoricensis</i>	0,51	1,85	0,71	0,17

A análise de SIMPER (Porcentagem de Similaridade) ordenou as espécies que mais contribuíram para dissimilaridade entre os ambientes. *Spatulifer maringaensis* contribuiu com 23,3%, Diplostomidae foi à segunda espécie (21,3%) seguido de *Chambriella itaipuensis* (11,9%). A porcentagem de dissimilaridade entre os ambientes foi de 85,69%.

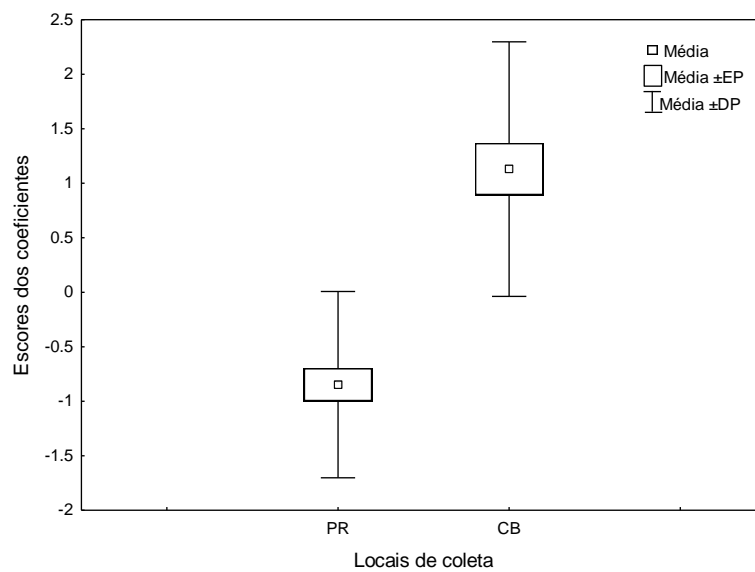


Figura 03- Média dos escores dos coeficientes da Análise Canônica das duas infracomunidades de parasitos de *Hemisorubim platyrhynchos* coletados no rio Cuiabá em março de 2009 e rio Paraná no período de setembro de 2008 a dezembro de 2009.

4 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar se a fauna endoparasitária de *H. plathyrynchos* era similar entre duas bacias hidrográficas brasileiras. Esta é uma etapa importante nos estudos de macro escalas de parasitos de peixes, cujo foco principal é conhecer como a fauna da mesma espécie de hospedeiro se estrutura em diferentes ambientes. Isso permite que futuramente estes resultados possam ser utilizados na busca de padrões de distribuição e estruturação das comunidades de parasitos de peixe no geral e especificamente nos peixes de água doce.

Os resultados encontrados mostraram diferenças entre os tamanhos dos peixes coletados nos diferentes ambientes. No entanto, a correlação de Sperman mostrou não haver relação entre a abundância dos parasitos e o tamanho dos peixes para os dois locais de amostragem. O tamanho do peixe tem sido uma variável muito discutida e utilizada para explicar diferenças na fauna parasitária em estudos de ecologia (Poulin, 1999; Morand & Poulin, 2002; Vidal-Matínez & Poulin, 2003; Violante-González *et al.*, 2011). Vidal-Martinez & Poulin (2003) encontraram diferenças na fauna de endoparasitos em peixes que possuíam tamanhos distintos em diferentes locais de amostragem, e ainda apresentaram correlação positiva entre abundância e prevalência dos parasitos coletados nos peixes do México. Esses autores sugerem que para fim de comparação devem-se utilizar apenas peixes adultos, embora ainda ressaltem que o ideal é ter peixes de diferentes tamanhos já que alguns parasitos podem estar presentes em hospedeiros jovens.

Neste estudo não foi possível justificar que o tamanho corporal foi responsável pela diferenciação na comunidade dos peixes em função da ausência de correlação entre abundância de parasitos e tamanhos dos peixes. Além do que, a grande maioria dos indivíduos foi considerado adulto nos dois ambientes amostrados, tendo em princípio, o mesmo tempo de exposição para adquirir seus parasitos. Isto sugere que condições ambientais ou características referentes aos parasitos, como capacidade de dispersão e colonização, podem afetar a estrutura das comunidades estudadas.

No rio Cuiabá não há registros de estudos de ecologia para os parasitos de *H. plathyrynchos*, sendo este o primeiro trabalho sobre endoparasitos desta espécie de

peixe. Já no rio Paraná a fauna parasitária de *H. platyrhynchos*, foi descrita por Guidelli *et al.*, (2003) que encontraram 14 espécies de parasitos.

Foram observadas diferenças na composição das espécies entre os dois locais amostrados, sendo cinco as espécies comuns às duas comunidades (três espécies de Cestoda, *Contracaecum* spp. e Diplostomidae).

Os componentes da comunidade de endohelminhos de *H. platyrhynchos* caracterizaram-se por baixos valores de riqueza, diversidade e ausência de dominância entre as espécies. Esses valores e a ausência de dominância parece ser fato recorrente nos peixes tropicais de água doce (Marcogliese, 2001; Poulin, 2001). Desta forma, Choudhury & Dick (2000) em uma extensa compilação de dados sobre a riqueza e diversidade de comunidades de helmintos de peixes de água doce tropicais, verificaram baixos valores de riqueza e diversidade, e sugerem a existência do que parece ser um padrão para os peixes dessa região.

Além do que, uma comunidade que apresenta baixos valores de riqueza tende a ter um baixo valor de diversidade, fato este verificado também por Violante-González *et al.*, (2010) que também encontraram baixos valores de riqueza. No entanto os índices de diversidade de Brillouin deste trabalho são menores (0,17-0,19) quando comparados com os valores encontrados por esses autores (valores variando de 0,50 a 0,89).

Segundo Carney & Dick (2000) a baixa riqueza pode está relacionada à baixa complexidade da estrutura da teia alimentar nesses ambientes, fato conhecido por afetar a riqueza de espécies e a diversidade de helmintos em muitos sistemas de água doce. Poulin (1997) mostrou que a riqueza de espécies da comunidade componente é influenciada por disponibilidades locais de espécies de parasitos e pela sua probabilidade de colonização.

No presente trabalho, como a espécie possui hábito alimentar piscívoro que realizam migrações e por se tratar de indivíduos adultos, era esperado maior valor de riqueza e diversidade de parasitos para *H. platyrhynchos*, portanto fatores como os acima citados podem ser os responsáveis pela causa da baixa riqueza e diversidade de espécies.

O fator de condição relativo é um indicador sobre a saúde e bem estar dos peixes (Vazzoler, 1996) e tem sido muito utilizado, principalmente em trabalhos realizados no

Brasil. Certamente é uma importante ferramenta em estudos que avaliam a relação parasito-hospedeiro (Ranzani-Paiva & Silva-Souza, 2004; Lizama *et al.*, 2006b; Yamada *et al.*, 2008; Guidelli *et al.*, 2011)

Neste estudo o valor do fator de condição relativo nos dois ambientes estavam em torno de 1, mostrando que o parasitismo parece não estar afetando a saúde e bem estar dos peixes analisados. Pode-se sugerir que a comunidade componente de parasitos de *H. platyrhynchos*, apresenta baixa patogenicidade aos hospedeiro, pois em ambientes naturais os parasitos não causam danos expressivos aos peixes, já que a perspectiva é que ao longo do tempo ocorra um equilíbrio coevolutivo entre as interações parasito-hospedeiro (Whittington & Chisholm, 2008).

Para o rio Cuiabá, houve correlação positiva entre a abundância de parasitos e o fator de condição relativo, porém não significativa. No rio Paraná essa correlação foi positiva e significativa, isto significa que os peixes mais parasitados apresentaram fator de condição mais alto. Correlação negativa era esperada, visto que em tese, os parasitos são prejudiciais aos seus hospedeiros. Em estudo realizado na planície do rio Paraná, por Lizama *et al.*, (2006b) com *Prochilodus lineatus*, também encontrou relação positiva entre o fator de condição relativo e a abundância dos parasitos. Os autores sugerem que indivíduos com valores maiores de Kn, estão aptos a tolerar níveis mais elevados de parasitismo. Este resultado também foi encontrado no presente estudo.

O fator de condição relativo é uma ferramenta bastante utilizada em estudos de parasitologia de peixes. Ele faz uma relação entre o peso/comprimento esperado e o peso/comprimento observado dos peixes. No entanto, é difícil dizer que os parasitos não causem algum tipo de prejuízo ao seu hospedeiro sendo que por definição o parasitismo é um tipo de relação em que o hospedeiro apresenta algum prejuízo. Uma ferramenta que realmente avalie a higidez do hospedeiro parece não ter sido completamente revelada, pois a injúria pode não ser demonstrada apenas pela perda de peso do hospedeiro.

Os resultados da análise discriminante mostraram que a fauna endoparasitária de *H. platyrhynchos* nas duas bacias hidrográficas foi diferente. Isso fica claro, pois de 13 espécies de parasitos encontradas, apenas cinco eram comuns nos dois ambientes. Segundo a análise de SIMPER, as espécies que mais contribuíram para essa diferença na comunidade foram *Spatulifer maringaensis*, larvas de Diplostomidae, e *Chambriella*

itaipuenensis. Vale lembrar que essas espécies explicaram o modelo para a análise discriminante.

Spatulifer maringaensis foi a mais prevalente na infracomunidade de *H. platyrhynchos* coletada do rio Paraná. Cestoda foi o grupo mais representativo em termos de número de espécies; no rio Paraná contribuiu com 50% das espécies de parasitos encontradas e no rio Cuiabá, este grupo esteve representado com 40% das espécies.

Segundo Rego (2004), cerca de 90% dos Cestoda descritos para a fauna de parasitos de peixes neotropicais de água doce são proteocefalídeos, e esses grupos ocorrem especialmente em peixes pimelodídeos, justificando os valores encontrados nos dois ambientes amostrados.

De acordo com a bibliografia, *S. maringaensis* foi descrita no rio Paraná parasitando *H. platyrhynchos* por Pavanelli & Rego (1989). Neste mesmo rio, esta espécie foi encontrada parasitando outro pimelodídeo; *Sorubim lima*. Em estudos prévios sobre a ecologia parasitária de *S. lima* no rio Paraná, esta espécie foi descrita como uma das mais prevalentes nesse hospedeiro (85%) (Pavanelli & Takemoto, 2000). No presente trabalho para o rio Cuiabá esta espécie também se mostrou prevalente (21,5%).

A elevada prevalência para esta espécie nos dois ambientes amostrados pode ocorrer em função da especificidade deste grupo de parasito. Segundo Thatcher (2006) questões relacionadas à evolução parasito hospedeiro, como a especificidade, pode ser mais relevantes que as questões geográficas. Como relatado por Poulin (1997) a fauna parasitária do peixe é uma amostra da disponibilidade desses parasitos no ambiente, podendo concluir que essa espécie deve existir em abundância nos ambientes. Além disso, essa prevalência pode ser justificada por *H. platyrhynchos* ser uma espécie piscívora, podendo ter adquirido esses parasitos (*S. maringaensis* e *C. paranaensis*) de peixes que fazem parte da sua dieta alimentar, incluindo os hospedeiros paratênicos.

Larvas de Diplostomidae foi o segundo grupo de parasitos que mais contribuiu para a dissimilaridade de espécies, sendo também a mais prevalente nos peixes coletados no rio Cuiabá. Os diplostomídeos são organismos que apresentam complexos

ciclos de vida (Thatcher, 2006) e possuem como hospedeiros definitivos aves e mamíferos (Yamaguti, 1971).

A maioria dos parasitos de vertebrados apresenta ciclo de vida complexo, muitas vezes com mais de um hospedeiro intermediário, ocasionando o desenvolvimento no parasito de estratégias de infecção, estabelecimento e permanência até a passagem para o próximo hospedeiro (Chubb *et al.*, 2009).

Os diplostomídeos foram encontrados livres na cavidade abdominal nos dois ambientes amostrados, portanto não encistados, o que segundo Thatcher (1993), pode causar maiores danos ao animal infectado. O fato da espécie mais prevalentes no rio Cuiabá ser representada por larvas de diplostomídeos pode ser explicado em função do complexo ciclo de vida deste grupo. Neste ambiente, *H. platyrhynchos* pode estar funcionando como hospedeiro intermediário para este grupo de parasito, podendo depois ser predado por uma ave piscívora, visto que naquele local há a presença de aves, com potencial para participar do ciclo de transmissão dos parasitos.

Outro fator que explicaria essa prevalência seria o resultado de uma infecção cumulativa ao longo da vida do peixe, visto que se trata de indivíduos adultos e que estariam a mais tempo expostos ao parasitismo, pois as cercárias entram no hospedeiro por penetração ativa servindo de hospedeiro paratênico para essas larvas.

A baixa prevalência registrada no rio Paraná, pode demonstrar que os processos antrópicos presentes continuam influenciando negativamente na complementação do ciclo de vida deste grupo de parasito, conforme sugerido por Souza *et al.*, (2008). O represamento observado neste local pode estar afetando, principalmente a comunidade malacológica, rompendo o ciclo de vida dos parasitos (Bauer & Stolyarov, 1958). Portanto, as diferenças observadas entre os ambientes possivelmente seja em função ao nível de preservação dos mesmos.

Esses resultados sugerem que a infracomunidade de *Hemisorubim platyrhynchos* é caracterizada por baixos valores de riqueza e diversidade nos dois ambientes amostrados, e que apesar desse fato ser comum para as duas comunidades amostradas, essa parece ser a única semelhança entre elas. A estrutura da comunidade endoparasitária parece ser influenciada por fatores relacionados ao ambiente e a disponibilidade ou dificuldade de colonização de parasitos, pela baixa disponibilidade

de hospedeiros intermediários, em especial no rio Paraná, que é um rio marcado por uma série de barreiras geográficas impostas pelo homem com a construção de usinas hidrelétricas.

BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional de Águas, Brasi. (2003) “Subprojeto 9.1 – Avaliação dos mecanismos financeiros para o gerenciamento sustentável da bacia piloto do rio Cuiabá”, in Projeto de implementação de praticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o pantanal e alto Paraguai. Brasília: Disponível: <http://www.ana.gov.br/gefap/arquivos/RE_91.pdf#search='bacia%20hidrografica%20do%20rio%20cuiaba>. Acesso em: 15 de novembro de 2011.

Agostinho, A.A. & Julio Jr, H.F. (1999) Peixes da Bacia do Alto rio Paraná. pp. 374-400 in: Lowe-McConnel, R.H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Neotropicais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Bush, A.O., Laffert, K.D., Lotz, J.M. & Stostak, A.W. (1997) Parasitology meets ecology on its own terms; Margolis et al. revisited. *Journal Parasitology* 83, 575-583.

Bauer, O.N. & Stolyarov, V.P. (1954) Formation of the parasite fauna and parasitic diseases of fishes in hydro-electric reservoirs. in: Dogiel, V. A. (Ed.). *Parasitology of fishes*. London: Oliver and Boyd.

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.

Carney, J.P. & Dick, T.A. (2000) Helminth communities of yellow perch (*Perca flavescens* (Mitchill)): determinants of patterns. *Canadian Journal of Zoology* 78, 538-555.

Carvalho, A.R. & Luque, J.L. (2011) Seasonal variation in metazoan parasites of *Trichiurus lepturus* (Perciformes: Trichiuridae) of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal Biology* 71, 771-782.

Choudhury, A., & Dick, T.A. (2000) Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. *Journal of Biogeography* 27, 935–956.

Chubb, J.C., Ball, M.A. & Parker, G.A. (2009) Living in intermediate hosts: evolutionary adaptations in larval helminthes. *Trends in Parasitology* 26, 93-102.

Clarke, K.R. & Warrick, R.M. (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edn. Primer-E, Plymouth, UK.

Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G. C. (2006) *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 3rd edn. 169pp. Maringá: Eduem,

Faisal, F., Fayed, W., Nour, A. & Brenden, T. (2011) Spatio-temporal dynamics of gastrointestinal helminths infecting four Lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) stocks in northern lakes Michigan and Huron, U.S.A. *The Journal of Parasitology* 97 760-774.

Graça, W. J. & Pavanelli, C.S. (2007) *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. 241pp. Maringá: EDUEM.

Guidelli, G., Isaac, A., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2003) 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 Biological* 63, 261-268.

Guidelli, G., Tavechio, W.L.G., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2011) Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Veterinary Parasitology* 177, 145–151.

Hahn, N. S., Fugi, R. & Andrian, I.F. (2004). Trophic ecology of the fish assemblages. pp. 247-269 in: Thomaz, S. M., Agostinho, A.A. & Hahn, N.S., (Ed). The upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers.

Jerônimo, G.T., Speck, G.M., Cechinel, M.M., Gonçalves, E.L.T. & Martins, M.L. (2011) Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. *Brasilian Journal of Biology* 71, 365-373.

Karvonen, A. & Valtonen, E. T. (2009) Between population similarity in intestinal parasite community structure of pike (*Esox lucius*) – effects of distance and historical connections. *The Journal of Parasitology* 95, 505-511.

Kennedy, C.R. (2009) The ecology of parasites of freshwater fishes: the search for patterns. *Parasitology* 136, 1653-1662.

- Köppen, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. 390pp. Berlin: Walter de Gruyter.
- Koprivnikar, J. & Poulin, R. (2009) Effects of temperature, Salinity, and water level on the emergence of marine cercariae. *Parasitologia Research* 105, 957-965.
- Lacerda, A. C. F. (2011). Endoparasitos de tucunaré (*Cichla piquiti*, Cichlidae) e corvina (*Plagioscion squamosissimus*, Scianidae) em bacias hidrográficas nativas e invadidas: testando a hipótese do escape do inimigo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. Paraná, Brasil.
- Le Cren, E. D. (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology* 20, 201-219.
- Lizama, M.A.P., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2006) Influence of the Seasonal and Environmental Patterns and Host Reproduction on the Metazoan Parasites of *Prochilodus lineatus*. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49, 611-622.
- Lizama, M.A.P., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. (2006b) Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 15, 116-122.
- Lundberg, J.G. & Littmann, W. (2003) Family Pimelodidae. pp. 432 – 442 in: Reis, R. R., Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. (Eds). *Check list of the freshwater of South and Central América*. Editora da Universidade Católica, Porto Alegre, Brasil.
- Machado, M.H., Pavanelli, G.C. & Takemoto, R.M. (1995) Influence of the type of environment and of the Hydrological level variation in endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz) and *Schizodon borelli* (Boulenger) (Osteichthyes) of the high Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 12, 961-976.
- Magurram, A. E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*. 179 pp. Princeton University, Princeton.

- Marcogliese, D.J. (2001) Pursuing parasites up the foods chain: implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitologica*, 46, 82-91
- Morand, S. & Poulin, R. (2002) Body size-density relations and species diversity in parasite nematodes: patterns and likely processes. *Evolutionary Ecology Research* 4, 951-961.
- Muñoz, G. & Randhawa, H.S. (2011) Monthly variation in the parasite communities of the intertidal fish *Scartichthys viridis* (Blenniidae) from central Chile: are these seasonal patterns? *Parasitologia Research* 109, 53-62.
- Pavanelli, G.C. & Rego, A.A. (1989) Novas espécies de proteocefalídeos (Cestoda) de *Hemisorubim platyrhynchos* (Pisces: Pimelodidae) do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Biologia* 49, 381-386.
- Pavanelli, G.C. & Takemoto, R.M. (2000) Aspects of the ecology of proteocephalid Cestode, parasites of *Sorubim lima* (pimelodidae), of the upper paraná river, brazil: II. Interspecific associations and distribution of gastrintestinal parasites. *Revista Brasileira de Biologia* 60, 585-590.
- PCBAP. 1997. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai. *In: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai*. Cuiabá: Brasília: PNMA. vol. II.
- Poulin, R. (1997) Species richness of parasite assemblages: evolution and patterns. *Annual Review of ecology and Systematics* 28, 341-358.
- Poulin, R. (1999) Body size VS Abundance parasite: positive relations? *Ecography* 22, 246-250.
- Poulin, R. (2001) Another look at the richness of helminth communities in tropical freshwater fish. *Journal of Biogeography* 28, 737-743.
- Poulin R. (2003) The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate host. *Journal of Biogeography* 30, 1609-1615.
- Poulin, R. (2007a). Are there general laws in parasitology? *Parasitology* 134, 763-776.

- Poulin, R. (2007b) The structure of parasite communities in fish hosts: ecology meets geography and climate. *Parasitologia* 49, 169-172.
- Poulin, R., Guilhaumon, F., Randhawa, H.S., Luque, J.L. & Mouillot, D. (2011) Identifying hotspots of parasite diversity from species-area relationships: host phylogeny versus host ecology. *Oikos* 120, 740-747.
- Poulin, R. & Leung, T.L.F. (2011). Latitudinal gradient in the taxonomic composition of parasite composition of parasite communities. *Journal of Helminthology* 85, 228-233.
- Poulin, R. & Morand, S. (1999) Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology* 119, 369-374.
- Ranzani-Paiva, M.J.T.L. & Silva-Souza, A.T. (2004) Co-infestation of gills by different parasite groups in the mullet, *Mugil platanus* Günther, 1880 (osteichthyes, mugilidae): effects on relative condition factor. *Brazilian Journal Biology* 64, 677-682.
- Rego, A. A. (2004) Corrent state of knowledge of Cestodes from Neotropical freshwater fishes and rays. *Revista brasileira de Zoociências* 6, 61-79.
- Rosim, D.F. (2010) Biodiversidade das comunidades parasitárias em população de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Santos, G. M., Ferreira, E. J. & Zuanon, J.A.S. (2006) *Peixes Comerciais de Manaus. Manaus*. 144pp. IBAMA/AM. Provézea,.
- Souza, G.T.R., Machado, M.H., Dias, M.L.G., Yamada, F.H., Pagotto, J.P.A. & Pavanelli, G.C. 2008. Composição e sazonalidade dos moluscos do alto rio Paraná, Brasil, e sua potencialidade como hospedeiros intermediários. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 30, 309-314.
- Suzuki, H.I., Vazzoler, A.E.A. de M., Marques, E.E., Lizama, M. de los A.P. & Inada, P. (2004) Reproductive ecology of the fish assemblage pp. 271-292. in: Thomaz, S. M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N. S., (Ed). *The upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers,

- Thatcher, V. E. (1993) *Trematódeos neotropicais*. 553pp. Manaus INPA,
- Thatcher, V.E. (2006) *Amazon fish parasites*. 508pp. Sofia-Moscow:Pensoft,
- Thieltges, D.W., Hof, D., Dehling, M.D., Brändle, M., Brandal, R. & Poulin, R. (2011) Host diversity and latitude drive trematode diversity patterns in the European freshwater fauna. *Global Ecology and Biogeography* 20, 675-682.
- Thomaz, S. M., Pagioro, T.A., Bini, L.M., Roberto, M.C. & Rocha, R.R.A. (2004) Limnology of the upper Paraná Floodplain Habitats: Patterns of Spatio-temporal variations and influence of the water levels. 39-42pp. in: Agostinho, A.A., Rodrigues, L., Gomes, L.C., Thomaz, S.M. & Miranda, L.E *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain: LTER- Sitio 6- (PELD- Sitio 6)* Ed. Maringá; EDUEM
- Timi, J. T., Lanfranchi, A.L. & Luque, J.L. (2010) Similarity in parasite communities of teleost fish *Pinguipes brasilianus* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *International Journal for Parasitology* 40, 243-254.
- Vazzoler, A.E.A. de M. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, 196 p.
- Vidal-Matínez, V.M. & Poulin, R. (2003) Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitology* 127, 387-398.
- Violante-González, J., Mendoza-Franco, F., Rojas-Herrera, A. & Guerrero, S.G. (2010) Factors determining parasite community richness and species composition in Black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitologia Research* 107, 59-99.
- Violante-González, J., Monks, S., Rojas-Herrera, A. & Guerrero, S. G. 2011. Richness and Species composition of Helminth communities in Yellowfin Snook (*Centropomus robalito*) (Centropomidae) from Costal Lagoons in Guerrero, México. *Comparative Parasitology* 78, 84-94.
- Vital, J.F., Porto, D.B., Varella, A.M.B. & Malta, J.C.O. (2011) Sazonalidade da fauna de metazoários de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) no lago Piranha (Amazonas, Brasil) e a avaliação de seu potencial como indicadora da saúde do ambiente. *Biota Neotropica* 11, 1-6.

Whittington, I.D. & Chisholm, L.A. (2008) Diseases caused by Monogenea. pp 682–816. in: Eiras, J. C., Segner, H., Wahli, T., Kapoor, B.G., (Ed.) *Fish Diseases*. Enfield: Science Publishers

Yamada, F.H., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2008) Relação entre fator de condição relativo (Kn) e abundancia de ectoparasitos de brânquias, em duas espécies de Ciclídeos da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 30, 213-217.

Yamada F.H., Santos L.N. & Takemoto R.M. (2011) Gill ectoparasite assemblages of two non-native *Cichla* populations (Perciformes, Cichlidae) in Brazilian reservoirs. *Journal of helminthology* 85, 185-191.

Yamaguti, S. (1971) *Synopsis of the digenetic Trematodes of vertebrates*. Tokyo: Keigaku. V.1 e 2, 1074p +3 49 pranchas.

Zar, J. H. (2010) *Biostatistical Analysis*. 944pp. 5 Th. Prentice Hall, New Jersey.

2 VARIAÇÃO ESPACIAL DE ENDOPARASITOS DE *SORUBIM LIMA* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) (OSTEICHTHYES: PIMELODIDAE) EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NEOTROPICAIS

2.1 Introdução

Entender como os organismos estão distribuídos em escalas espaciais e temporais, bem como sua abundância é um dos principais temas estudados em ecologia de comunidades, sendo hoje uma realidade em estudos de parasitologia de peixes (Violante-González *et al.*, 2011).

Parasitas e seus hospedeiros representam um objeto comum de estudos em muitas pesquisas, permitindo elucidar modelos biogeográficos de diversidade e os determinantes da riqueza de espécies em comunidades parasitárias (Seifertová *et al.*, 2008).

As comunidades de parasitos são influenciadas por fatores ambientais, características ecológicas relacionadas aos hospedeiros como dieta e/ou tamanho do corpo, assim como a distância geográfica entre as populações (Poulin, 1997). No entanto, tentar entender os fatores que determinam a estruturação das comunidades parasitárias e indicar quais influenciam essa dinâmica em uma comunidade não é tarefa simples, apesar de ser uma grande motivação aos pesquisadores desta área.

A riqueza de espécies de parasitos tem sido comumente mostrada como altamente variável e pouco repetida no espaço e no tempo. A proporção de hospedeiros infectados e o número médio de parasitos por hospedeiros não são geralmente valores fixos nas áreas geográficas ou para qualquer espécie de parasitos (Poulin, 2007).

Estudos que objetivam conhecer a distribuição dos parasitos de peixes de água doce com a utilização de escalas macro ecológicas no Brasil ainda são raros (Lacerda, 2011; Rosim, 2010) mas de extrema importância para ampliar o conhecimento sobre as relações parasito-hospedeiro, bem como os fatores que estão influenciando a fauna local dos parasitos. Com a continuidade desses estudos espera-se que futuramente seja possível estabelecer algum padrão de distribuição de espécies de parasitos de peixes em geral em especial com peixes de água doce para o Brasil.

A espécie escolhida para este estudo foi *Sorubim lima* (Bloch & Schneider, 1801) um pimelodídeo, conhecido popularmente como “bico de pato” ou jurupensém. Apresenta médio porte, alcançando cerca de 50 cm de comprimento. É considerado piscívoro, mas se alimenta também de pequenos crustáceos. Distribuem-se nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná e Parnaíba (Graça & Pavanelli, 2007).

O objetivo deste estudo foi verificar a similaridade de duas infracomunidades de endoparasitos de *S. lima* oriundos de duas bacias hidrográficas distintas; bacia Amazônica e bacia do alto rio Paraná. Para isto avaliou-se a composição da fauna endoparasitária, bem como seus atributos ecológicos, diversidade e similaridade entre os locais de coleta.

2.2 Material e Métodos

2.3 Área de estudo

Espécimes de *Sorubim lima* foram coletados em duas localidades; médio rio Solimões (4°2'0"S63°15'16"W), inserido na Bacia Amazônica e Alto rio Paraná (22°46'11"S 53°17'6"W), inserido na bacia do Paraná. (Figura 01).

O rio Solimões é um rio de água branca, com águas turvas possui uma transparência entre 0.10 e 0.50m. É um dos principais rios da bacia Amazônica, e possui uma extensão de 1.620km. O pH é próximo a 7, são relativamente ricas em Ca²⁺ e HCO₃⁻, o que as classificam como carbonatadas. A temperatura das águas variaram entre 28,2 °C e 34,5 °C, a condutividade elétrica é mais elevada na águas brancas do rio Solimões (média 98,8 µS cm⁻¹) se comparado a outros rio desta Bacia (Queiróz *et al.*, 2009).

O Alto rio Paraná, é o segundo maior em extensão na América do Sul, e possui cerca de 619 Km (Agostinho & Julio Jr, 1999). Ao longo dos anos, o rio vem sofrendo drásticas mudanças em seu leito, especificamente pela construção de barragens (Graça & Pavanelli, 2007). A duração e o período em que se inicia a fase das águas altas do rio Paraná varia consideravelmente entre os anos, tornando-se um pulso irregular. Este rio possui valores neutros ou alcalinos de pH (7,3), elevados valores de condutividade elétrica (54,4µS.cm⁻¹) e baixa concentração de fósforo (18,5µg.L⁻¹). (Thomaz *et al.*, 2004).

2.3.1 Coleta de *Sorubim lima*

Espécimes de *Sorubim lima* foram coletados no rio Solimões em outubro de 2008 e abril de 2011. No rio Paraná os peixes foram coletados no período de setembro de 2008 a junho de 2011, sendo as amostragens inseridas no Projeto Ecológico de Longa duração PELD-CNPq Sítio 06- localizado próximo ao município de Porto Rico, Estado do Paraná. Todos os peixes coletados tiveram seus dados biométricos (peso e comprimento) anotados. A necropsia, coleta e fixação dos parasitos foram realizadas segundo Eiras *et al.*, (2006).

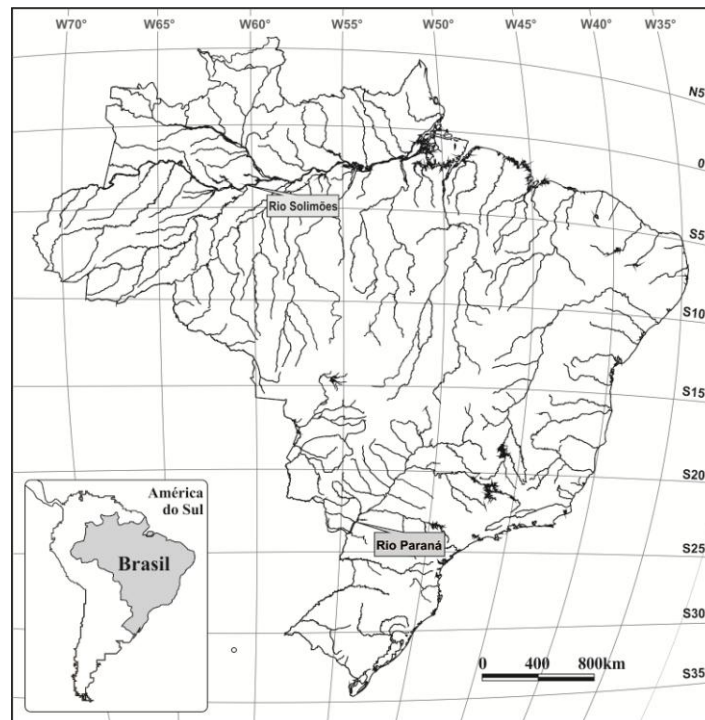


Figura 01- Mapa do Brasil indicando os dois locais de coleta; Rio Solimões e Alto rio Paraná.

Para análise quantitativa dos parasitos foram calculados os valores de prevalência, intensidade média, abundância média e amplitude de variação (Bush *et al.*, 1997). Esses cálculos foram realizados para cada espécie de parasito e para os dois ambientes amostrados.

2.4 Análise dos dados

Para verificar se comprimento padrão dos peixes diferiram entre os ambientes, foi realizado o teste U de Mann-Whitney (Zar, 2010). Coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s) foi realizada para verificar se há relação entre a abundância total de parasitos e tamanho do peixe. Como apenas o rio Paraná apresentou correlação positiva entre abundância total de parasitos e comprimento dos peixes, para este local foi feita uma nova correlação para verificar quais espécies de parasitos apresentaram correlação entre abundância e comprimento padrão dos peixes. A correlação foi feita somente para espécies com valores de prevalência maior que 10%.

O índice de diversidade de Brillouin (H) foi calculado para os dois ambientes amostrados. Para verificar se os valores desses índices são significativamente diferentes foi realizado o teste não paramétrico U de Mann-Whitney (Zar, 2010).

A dominância nas duas bacias hidrográficas foi estimada pelo índice de Berger-Parker (Magurran, 1988), onde $d = N_{\max}/N_t$, em que: N_{\max} refere-se ao número de indivíduos da espécie mais abundante e N_t representa o número total de indivíduos na amostra. Como resultado, este índice considera a maior proporção da espécie com maior número de indivíduos. Com o propósito de melhor visualização dos resultados no gráfico, os valores foram multiplicados por 100.

Os valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) de cada hospedeiro foram ajustados à curva da relação Wt/Ls ($Wt = a.Lt^b$) e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão a e b. Os valores de a e b foram utilizados nas estimativas dos pesos esperados (We), utilizando a equação: $We = a.Lt^b$. Foi calculado, 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). Para verificar se as médias do fator de condição relativo (Kn) foram estatisticamente diferentes nos dois ambientes, foi realizado o teste não paramétrico U de Mann Whitney. A correlação por postos de Spearman foi calculada para verificar se existe uma relação entre o fator de condição relativo (Kn) e a abundância de parasitos.

A análise discriminante canônica foi utilizada para avaliar as diferenças na composição das infracomunidades de parasitos de *Sorubim lima* entre as bacias, para tal, os dados de abundância dos parasitos foram transformados em $\log_{10}(x+1)$. A análise discriminante foi feita para os parasitos que apresentaram uma prevalência maior que 5%, em pelo menos dos locais amostrados. As análises foram realizadas com o Software Estatística 7.0.

A análise SIMPER (Clarke & Warrick, 2001) foi utilizada para classificar quais foram as espécies que conduziram a dissimilaridade entre os ambientes.

2.5 Resultados

Foram analisados 93 espécimes de *Sorubim lima*, sendo 52 peixes coletados no rio Solimões e 41 coletados no rio Paraná. Os peixes do rio Solimões apresentaram peso médio de 261,3 g \pm 105,4 e comprimento padrão médio de 31 cm \pm 4,0. Já os do rio Paraná apresentaram peso médio de 301g \pm 255, e comprimento padrão médio de 30 cm \pm 6.

No rio Paraná foram coletados 4.988 espécimes de parasitos pertencentes aos Digenea (Diplostomidae); Cestoda (03 espécies); Nematoda (05 espécies) e Acanthocephala (01 espécie), totalizando 10 espécies. Dentre essas, *S. maringaensis* apresentou à maior prevalência; 87,8% seguida por larvas de *Contracaecum* (43,9%) e larvas da Diplostomidae (29,3%). As demais espécies apresentaram valores inferiores a 20% (Tabela 01).

Larvas de *Contracaecum* spp. não foram contabilizadas em função da grande quantidade presente em diferentes estados de desenvolvimento sendo as mesmas encontradas encistadas no mesentério dos peixes. As larvas de Digenea não foram identificadas em função da ausência de órgãos reprodutivos que dificultaram a sua identificação, porém todas possuíam características para serem incluídas na família Diplostomidae.

No rio Solimões foram coletados 242 parasitos, pertencentes a Digenea (Diplostomidae); Cestoda (05 espécies); Nematoda (06 espécies); Acanthocephala (01 espécie) e Pentastomidae (01 espécie), totalizando 14 espécies. Larvas de Diplostomidae foi a espécie mais prevalente (58%), seguida por larvas de *Contracaecum* (32%) e *Spatulifer maringaensis* (22%). O restante das espécies apresentou prevalência menor que 12% (Tabela 01).

Do total de 17 espécies de parasitos coletados 07 foram comuns aos dois ambientes (Tabela 01); *Spatulifer maringaensis* Pavanelli & Rego 1989, *Nupelia portoricensis* Pavanelli & Rego, 1991, *Cucullanus (Cucullanus) pinnai pinnai* Travassos *et al.*, 1928, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos *et al.*, 1928, *Goezia* sp., larvas de *Contracaecum* spp. e Larvas de Diplostomidae.

O teste U de Mann Whitney não revelou diferença significativas entre o tamanho dos peixes coletados nos dois ambientes amostrados ($Z = -1,956$; $p = 0,050$). A correlação de Spearman não apresentou correlação significativa entre a abundância total de parasitos e comprimento dos peixes coletados no rio Solimões ($r_s = 0,193$; $p = 0,178$), no entanto essa correlação foi positiva e significativa para o rio Paraná ($r_s = 0,471$; $p = 0,001$). Neste ambiente as espécies que apresentaram correlação positiva e significativa foram *Spatulifer maringaensis* Pavanelli & Rego, 1989 ($r_s = 0,543$; $p = 0,000$) e *Nupelia portoricensis* Pavanelli & Rego, 1991 ($r_s = 0,326$; $p = 0,037$).

O índice de diversidade de Brillouin (H) registrou para o Alto rio Paraná, $H = 26,53$ e menor valor para o rio Solimões $H = 0,095$. O teste U de Mann Whitney mostrou que esses dados são significativamente diferentes ($Z = 2,206$; $p = 0,027$). O índice de dominância relativa de Berger Parker para o rio Paraná foi de 0,95 para *S. maringaensis*. Para o rio Solimões o valor do índice foi de 0,80 para larvas de Diplostomidae.

O valor médio do fator de condição relativo para o rio Paraná foi 0,99 e do rio Solimões foi 1,0. Esses valores não foram estatisticamente diferentes ($Z = 0,099$; $p = 0,460$). A correlação de Spearman entre o fator de condição e a abundância de parasitos não foi significativa para nenhum dos ambientes amostrados ($r_s = -0,0434$; $p = 0,764$, para rio Solimões e $r_s = 0,259$; $p = 0,101$ Alto rio Paraná).

Os resultados da análise discriminante canônica das comunidades de parasitos de *S. Lima* mostrou diferenças significativas entre as localidades (Wilk's $\lambda = 0,380$; $F(7,70) = 16,298$ e $p < 0,05$). Cinco espécies explicaram o modelo na análise, Diplostomidae, *S. maringaensis*, *N. portoricensis*, *Mariauxiella piscatorum* Chambrier & Vaucher, 1999 e *Procamallanus (S) inopinatus*. (Tabela 02).

Tabela 01- Espécies de endoparasitos de *Sorubim lima* coletados no rio Solimões em outubro de 2008 e março de 2011, e Alto rio Paraná no período de setembro de 2008 a junho de 2011, e seus descritores quantitativos: prevalência (P) expressa em porcentagem, intensidade média (IM), abundância média (AM), amplitude de variação (AV) e n= total de hospedeiros amostrados.

Espécie de parasito	Rio Solimões (n=52)				Rio Paraná (n=41)			
	P	IM	AM	AV	P	IM	AM	AV
Digenea								
Diplostomidae	58	6,7	3,9	1-17	29,3	3,83	1,12	1-8
Cestoda								
<i>Spatulifer maringaensis</i>	22	1,1	0,24	1-2	87,8	131,8	115,7	1-1559
<i>Chambriela itaipuensis</i>	2	1	0,02	1	-	-	-	-
<i>Maurixiella piscatorum</i>	-	-	-	-	19,5	2,0	0,39	1-3
<i>Goezella paranaensis</i>	2	1	0,02	1	-	-	-	-
<i>Nupelia portoriquensis</i>	6	1,6	0,1	1-3	17,7	2,8	0,49	1-6
<i>S. spinulifera</i>	2	1	0,02	1	-	-	-	-
Nematoda								
<i>Cucullanus (Cucullanus) pinnai pinnai</i>	4	1	0,04		4,8	10,5	0,51	1-20
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i>	12	2	0,02	1-5	2,4	1,0	0,02	1
<i>Procamallanus (Spirocamallanus)rarus</i>	2	4	0,08	4	-	-	-	-
<i>Ichthyouris sp.</i>	2	1	0,02	1	-	-	-	-
<i>Eustrongylides sp.</i>	-	-	-	-	4,8	1,0	0,05	2
<i>Goezia sp.</i>	2	1	0,02	1	2,44	1,0	0,02	1
Larvas de <i>Contracaecum spp.*</i>	32	-	-	-	43,9	-	-	-
Acanthocephala								
Acanthocephala	2	4	0,08	4				
<i>Quadrigyrus machadoi</i>	-	-	-	-	19,5	1,5	0,29	1-4
Pentastomidae								
<i>Subtriquetra subtriquetra</i>	6	1,3	0,08	1-2	-	-	-	-

*larvas não quantificadas.

Tabela 02- Análise discriminante, valores da remoção de F, tolerância, para os endoparasitos de *Sorubim lima* coletados no rio Solimões em outubro de 2008 e abril de 2011 e no Alto rio Paraná no período de setembro de 2008 a junho de 2011. As análises foram realizadas com a abundância dos parasitos, com transformação dos dados; $\log_{10}(x+1)$.

Variáveis	Wilk's λ	Remoção F (1,51)	Tolerância	P
<i>M. piscatorum</i>	0,40	4,09	0,96	0,04
Diplostomidae	0,43	10,60	0,81	<0,01
<i>S. maringaensis</i>	0,47	16,79	0,67	<0,01
<i>N. portoriquensis</i>	0,40	4,68	0,65	<0,01
<i>P. (S) inopinatus</i>	0,42	8,06	0,87	<0,01

A análise de SIMPER (Porcentagem de Similaridade) mostrou que a dissimilaridade entre as duas populações de *S. lima* é de 83,3 e as espécies que mais contribuíram para dissimilaridade foram *Spatulifer maringaensis* com 40,39% e Diplostomidae com 24,3%. As demais espécies contribuíram com valores menores que 5%. Assim as espécies discutidas foram as que mais contribuíram para a diferenciação das comunidades.

2.6 Discussão

Os dados obtidos neste estudo permitiram a análise das relações parasito-hospedeiro em escala macro-ecológica, bem como avaliar a similaridade e verificar de que forma essas comunidades estão estruturadas. Vale ressaltar que não há estudos ecológicos sobre a fauna endoparasitária de *Sorubim lima* para peixes da bacia Amazônica, sendo este o primeiro estudo desta espécie. Para este hospedeiro na região Amazônica há apenas o registro de uma espécie de ectoparasito feito por Thatcher (2006). Por outro lado, no sistema rio planície de inundação do Alto rio Paraná, Takemoto & Pavanelli (2000) e Pavanelli & Takemoto (2000) analisaram alguns aspectos sobre a ecologia de cestóide parasitos em *S. lima*.

Os peixes analisados nos diferentes ambientes não diferiram quanto ao seu tamanho, este fato demonstra uniformidade na amostragem dos hospedeiros, sendo que a diferença encontrada entre as faunas de parasitos de *S. lima* não deve ter sido influenciada pelo tamanho dos peixes.

Em duas espécies de cestóides coletadas no rio Paraná; *S. maringaensis* e *N. portoriquensis* encontrou-se uma correlação positiva e significativa entre abundância dos parasitos e tamanhos dos hospedeiros. Isto pode estar relacionado ao ciclo de vida do parasito. Segundo Thatcher (2006) Cestoda possui ciclo de vida complexo; suas larvas são ingeridas por pequenos crustáceos, estes por sua vez ingeridos por peixes, hospedeiros intermediários, sendo que essas larvas chegam via transmissão trófica ao seu hospedeiro final.

Esta correlação positiva encontrada para as duas espécies de Cestoda pode ser explicada também pelo hábito alimentar deste hospedeiro. *Sorubim lima* é uma espécie piscívora, se alimenta no rio Paraná de peixes e pequenos invertebrados (Hahn *et al.*, 1997). Peixes maiores possuem maior facilidade em ingerir maior quantidade e diversidade de peixes, os quais podem servir de hospedeiro intermediário para essas larvas. Além disso, peixes maiores, conseqüentemente mais velhos, tendem a acumular mais parasitos que aqueles mais jovens (Poulin, 2000) por possuírem mais tempo para ingestão desses hospedeiros, portanto, maior quantidade de parasitos devem ter sido adquiridos ao longo da vida. Além disso, sabe-se que peixes maiores possuem aumento

da área superficial, espaço disponível que abriga maior quantidade de alimentos, os quais favoreceram a infecção por essas duas espécies.

Takemoto & Pavanelli (2000), estudando os aspectos ecológicos dos Cestoda de *S. lima* coletados no Alto rio Paraná, relataram correlação positiva e significativa entre tamanho do peixe e abundância dos parasitos para *S. maringaensis* e entre prevalência de parasitos e comprimento padrão do hospedeiro para *N. portoricensis*. Estes resultados demonstraram que estas populações de parasitos conseguiram manter sua população constante ao longo do tempo, bem como os organismos que participaram ativamente do ciclo atuando como hospedeiros intermediários.

Em termos de número total de parasitos, notou-se que aqueles coletados no rio Paraná, foram superiores aos coletados no rio Solimões. Os valores encontrados devem-se basicamente á grande abundância e prevalência de *S. maringaensis*. Vale ressaltar que esta espécie foi a que apresentou maior valor de intensidade de infecção, cerca de 1.559 parasitos em um único peixe e maior valor para prevalência.

Spatulifer maringaensis foi descrita por Pavanelli & Rego (1989) parasitando *Hemisorubim platyrhynchos*, sendo este outro peixe pimelodídeo da região. Esta espécie também foi encontrada parasitando *S. lima* (Eiras *et al.*, 2010). Em estudos anteriores sobre a ecologia parasitária dessas duas espécies de peixes (Takemoto & Pavanelli, 2000; Pavanelli & Takemoto, 2000) verificou-se maior prevalência em *S. lima* do que em *H. platyrhynchos*.

Chambrier & Vaucher (1999) “intrigados” com a diferença da prevalência de *Spatulifer maringaensis* nestes dois hospedeiros, levantaram a possibilidade de serem duas espécies diferentes. Esses autores verificaram que os espécimes presentes em *S. lima* possuíam o diâmetro do metaescólex menor que as encontradas em *H. platyrhynchos*. Esta característica porem não foi suficiente para diferenciá-las e concluíram que se tratava de uma mesma espécie.

Arredondo & Pertierra (2008) estimulados pela mesma questão, desenvolveram um amplo trabalho de comparação entre os diferentes hospedeiros e verificaram que são da mesma espécie em *H. platyrhynchos* e também em *S. lima*. Portanto, estes autores concluíram que *S. lima* é o principal hospedeiro final, e que *H. platyrhynchos* é um hospedeiro secundário final. Então os resultados encontrados neste trabalho corroboram

com o estudo de Arredondo & Pertierra (2008) o que parece ser um padrão na abundância populacional de *S. maringaensis* em *S. lima*. Desta forma, os dados deste trabalho permitem inferir que populações de *S. maringaensis* podem apresentar padrões de distribuição distintos em diferentes hospedeiros.

Riqueza e diversidade de espécies são descritores da composição de qualquer estudo de comunidade, sendo alvo de pesquisas na relação parasito-hospedeiro (Poulin, 2006a; Timi *et al.*, 2010; Violante-González *et al.*, 2011). Considerando que a riqueza é caracterizada pelo número de espécies presentes na comunidade e diversidade é a relação entre o número de espécies presentes e a regularidade na qual os indivíduos estão distribuídos entre essas espécies (Begon *et al.*, 2007). Os resultados encontrados mostram que a riqueza de endoparasitos variou entre as localidades estudadas.

O rio Solimões está incluso na bacia Amazônica, sendo considerado um dos ecossistemas com maior riqueza e diversidade do planeta. Santos & Ferreira (1999) relataram que rios e lagos da Amazônia apresentaram, de modo geral, altos valores de riqueza e diversidade de espécies de peixes. No presente estudo era esperado que os valores de riqueza e diversidade de parasitos também fossem elevados para esta área.

Os resultados deste estudo revelaram maior riqueza de espécies de parasitos para o rio Solimões, no entanto, menor diversidade de parasitos. Essa baixa diversidade pode ser explicada em função dos baixos valores de abundância média desses parasitos. Pode-se notar também que a prevalência desses parasitos foi menor quando comparada à prevalência das espécies do rio Paraná.

A comunidade componente de parasitos do Alto rio Paraná, apresentou menor riqueza de parasitos e elevado valor na intensidade média de parasitos, refletindo uma maior diversidade para este local. Variações na dieta desses peixes ou na preferência alimentar nesses dois ambientes pode colaborar na tentativa de explicar a diferença na diversidade entre esses peixes e sua fauna de endoparasitos. A disponibilidade tanto de presas quanto de estágios infectantes dos parasitos podem ser apontados como as causas de mudanças espaciais na carga parasitária nos hospedeiros em cada ambiente (Timi *et al.*, 2010).

Embora no rio Paraná foram encontrados peixes com maior prevalência e maior valor na intensidade média, verificou-se que esses parasitos aparentemente não afetaram

a saúde e bem estar dos peixes, como demonstrado pelos resultados do fator de condição relativo (Kn). O mesmo padrão foi seguido pelos peixes do rio Solimões.

Isto pode ter ocorrido, pois os peixes que apresentaram maiores intensidades parasitárias, podem ter sido predados, prevalecendo na população peixes que apresentaram valores menores de intensidade parasitária. Por outro lado, em ambientes naturais, os parasitos tendem a não causar grandes danos em seus hospedeiros (Whittington & Chisholm, 2008). Desta forma, os parasitos podem não ser patogênicos a ponto de afetar a sua saúde e bem estar, visto que são nativas e encontradas em ambientes naturais.

Não é difícil o relato de estudos que retratam que o parasitismo não afetou a saúde e bem estar dos peixes (Ranzani-Paiva *et al.*, 2000; Dias *et al.*, 2004; Moreira *et al.*, 2005; Tavernari *et al.*, 2005) sendo que alguns destes mostrou relação inversa, em que peixes mais parasitados apresentaram maior fator de condição (Lizama *et al.*, 2006; Moreira *et al.*, 2010).

A comunidade de *S. lima* apresentou fauna parasitária distinta nos dois locais de coleta. Segundo Poulin (2006 b) esta distinção na fauna de diferentes populações de parasitos, é um fato já aceito para este tipo de estudo. Segundo o mesmo autor, a proporção de hospedeiros infectados e o número médio de parasitos por hospedeiros não são valores fixos no espaço geográfico de qualquer espécie de parasito. Ainda, segundo este autor, é necessário analisar se a variação entre as populações ocorre em função de recursos biológicos do parasito, como capacidade de dispersão e colonização do hospedeiro, ou se os parâmetros populacionais estão a mercê das condições locais.

Encontrou-se neste trabalho diferença entre as faunas de parasitos de *S. lima* coletados nas duas bacias hidrográficas. As espécies que mais contribuíram para a diferença nas populações foram *S. maringaensis* e larvas de Diplostomidae.

Como visto *S. maringaensis* apresentou valores mais elevados nos descritores da comunidade parasitária (Prevalência, Intensidade Média e Abundância Média), nos peixes coletados no rio Paraná. No decorrer da discussão constatou-se que esses valores estão relacionados ao fato desta espécie utilizar *S. lima* como seu principal hospedeiro final, demonstrando assim a grande importância desta espécie na distinção das comunidades de parasitos em relação às duas bacias estudadas.

Notou-se também que esta espécie possui um padrão populacional no rio Paraná diferente do apresentado no rio Solimões. Takemoto & Pavanelli (2000) em estudos sobre a ecologia parasitária de *S. lima* realizada no alto rio Paraná também encontraram valores semelhantes de prevalência e intensidade média como os observados neste trabalho.

Larvas de Diplostomidae foi a segunda espécie que mais contribuiu para a dissimilaridade entre as comunidades estudadas. Segundo Poulin (2006b), o potencial para uma espécie de parasito colonizar e acumular-se nesses hospedeiros é de certa forma determinada pela sua estratégia de história de vida. Este parece ser um exemplo em que o ciclo de vida do hospedeiro explica a abundância do parasito. Este grupo de parasitos possui ciclo de vida complexo, necessitando do molusco, como primeiro hospedeiro intermediário, peixe como segundo hospedeiro intermediário, e como hospedeiro final peixes, aves ou mamíferos aquáticos (Thatcher, 2006).

As larvas encontradas nos peixes nos dois ambientes estavam livres na cavidade abdominal dos peixes, indicando que as larvas foram adquiridas via penetração ativa das cercárias. Como *S. lima* é um peixe que habita o fundo dos rios (Soares *et al.*, 2008), esta característica pode facilitar o encontro do parasito com seu hospedeiro. Segundo Chubb (1982), essas larvas possuem elevado tempo de vida em seus hospedeiros, portanto podem ter sido acumuladas ao longo da vida do peixe o que explicaria elevados valores de intensidade média e baixa especificidade deste grupo de parasitos.

Com base nos resultados conclui-se que os endoparasitos de *Sorubim lima* coletados em duas bacias hidrográficas são diferentes. A diversidade encontrada no rio Solimões foi superior ao rio Paraná. Essas diferenças na composição da fauna de endoparasitos parecem não estarem relacionadas à diferenças no tamanho dos peixes, mas provavelmente em diferentes estratégias utilizadas pelos seus parasitos para colonização dos seus hospedeiros. Estes resultados contribuirão para elucidar alguns aspectos envolvendo a relação parasito-hospedeiro especialmente nos estudos ecológicos de macro escala.

BIBLIOGRAFIA

Agostinho, A.A. & Julio Jr, H.F. (1999) Peixes da Bacia do Alto rio Paraná. pp. 374-400 in: Lowe-McConnell, R.H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Neotropicais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Arredondo, N.J. & Pertierra, A.A.G. (2008) The taxonomic status of *Spatulifer* cf. *maringaensis* Pavanelli & Rego, 1989 (Eucestoda: Proteocephalidea) from *Sorubim lima* (Bloch & Schneider) (Pisces: Siluriformes), and the use of the microthrix pattern in the discrimination of *Spatulifer* spp. *Systematic Parasitologia* 70, 223–236.

Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (2007) *Ecology: from individuals to ecosystems*. 740pp. 4 ed. Porto Alegre: Artmed.

Bush, A.O., Laffert, K.D., Lotz, J. M. & Stostak, A.W. (1997) Parasitology meets ecology on its own terms; Margolis et al. revisited. *Journal Parasitology* 83, 575-583.

Chambrier, A. & Vaucher, C. (1999). Proteocephalidae et Monticelliidae (Eucestoda: Proteocephalidea) parasites de poissons d'eau douce au Paraguay, avec descriptions d'un genre nouveau et de dix especes nouvelles. *Revue Suisse de Zoologie* 106, 165-240.

Clarke, K.R. & Warrick R.M. (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd Edition. Primer-E, Plymouth, UK.

Chubb, J.C. (1982) Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part V. Larvae Cestoda and Nematoda. *Advances Parasitology* 18, 1-120.

Dias, P.G., Furuya, W.M., Pavanelli, G.C., Machado, M.H. & Takemoto, R.M. 2004. Carga parasitária de *Rondonia rondoni*, Travassos, 1920 (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus*, Valenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 26, 151-156.

Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2006) *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 169pp. Maringá: Eduem.

Eiras, J.C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2010) *Diversidade dos parasitos de peixes de água doce do Brasil*. 331pp. Maringá: Cichetec.

Graça, W. J. & Pavanelli, C.S. (2007) *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. 241pp. Maringá: EDUEM.

Hahn, N.S., Andrian, I.F., Fugi, R. & Almeida, V.L.L. (1997) Ecologia trófica. pp. 209-228. in: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (eds.), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá.

Lacerda, A.C.F. (2011) *Endoparasitos de tucunaré (Cichla piquiti, Cichlidae) e corvina (Plagioscion squamosissimus, Scianidae) em bacias hidrográficas nativas e invadidas: testando a hipótese do escape do inimigo*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. Paraná, Brasil.

Le Cren, E.D. (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.

Lizama, M. de Los A.P., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2006) Influence of the Seasonal and Environmental Patterns and Host Reproduction on the Metazoan Parasites of *Prochilodus lineatus*. *Brazilian Archive Biological Technology*, 49, 611-622.

Magurram, A.E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*. 179 pp. Princeton University, Princeton.

Moreira, L.H.A., Yamada, F.H., Ceschini, T.L., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G. C.; 2010. The influence of parasitism on the relative condition factor (Kn) of *Metynnis lippincottianus* (Characidae) from two aquatic environments: the upper Parana river floodplain and Corvo and Guairacá rivers, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 32, 83-86.

Moreira, S.T., Ito, K.F., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2005) Ecological aspects of the parasites of *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae) in reservoirs of Paraná basin and upper Paraná floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 27, 317-322.

Pavanelli, G.C., Rego, A.A. (1989) Novas espécies de proteocefalídeos (Cestoda) de *Hemisorubim platyrhynchos* (Pisces: Pimelodidae) do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Biologia* 49, 381-386.

Pavanelli, G.C. & Takemoto, R.M. (2000) Aspects of the ecology of Proteocephalid Cestodes, parasites of *Sorubim lima* (Pimelodidae), of the upper Paraná river, Brazil: II. interespecific associations and distribution of gastrointestinal parasites. *Revista Brasil de Biologia* 60, 585-590.

Poulin, R. (1997) Species richness of parasite assemblages: evolution and patterns. *Annual Review of ecology and Systematics* 28, 341-358.

Poulin, R. (2000). Variation in the intraespecific relationship between fish length and intensity of parasitic infection biological and statistical causes. *Journal of Fish Biology* 56, 123-137.

Poulin, R. (2006a). Variation in the intraespecific relationship between fish length and intensity of parasitic infection: biological and statistical causes. *Journal of fish Biology* 56, 123-137.

Poulin, R. (2006b). Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *Journal for Parasitology* 36, 877-885.

Poulin, R. (2007) The structure of parasite communities in fish hosts: ecology meets geography and climate. *Parasitologia* 49, 169-172

Queiroz, M.M.A., Horbe, A.M.C., Seyler, P. & Moura, C.A.V. (2009) Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica* 39, 943 - 952.

Ranzani-Paiva, M.J.T., Silva-Souza, A.T., Pavanelli, G.C. & Takemoto, R.M. (2000) Hematological characteristics and relative condition factor (Kn) associated with parasitism in *Schizodon borelli* (Osteichthyes, Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes, Prochilodontidae) from Parana River, Porto Rico region, Parana, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 22, 515-521.

Rosim, D.F. (2010) *Biodiversidade das comunidades parasitárias em população de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de*

quatro regiões hidrográficas do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Santos, G.M. & Ferreira, E.J.G. (1999) Peixes da Bacia Amazônica. 535pp. in: Lowe-McConnel, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Seifertová, M., Vyskocilová, M., Morand, S. & Simkova, A. (2008) Metazoan parasites of freshwater cyprinid fish (*Leuciscus cephalus*): testing biogeographical hypotheses of species diversity. *Parasitology* 135, 1417-1435.

Soares, M.G.M., Costa, E.L., Siqueira-Souza, F.K., Anjos, H.D.B., Yamamoto, K.C. & Freitas, C.E.C. (2008) *Peixes de lagos do médio rio Solimões*. 160pp. 2. ed. rev.– Manaus: Instituto Piatam.

Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2000). Aspects of the ecology of Proteocephalid Cestodes parasites of *Sorubim lima* (Pimelididae) of the upper Paraná River, Brazil: I. Structure and influence of host's size and sex. *Revista Brasil de Biologia* 60, 577-585.

Tavernari, F.C., Bellay, S., Takemoto, R.M., Guidelli, G.M., Lizama, M. de A.P. & Pavanelli, G.C. (2005) Ecological aspects of *Diplectanum piscinarius* (Platyhelminthes: Monogenea) parasite of gills of *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 27, 225-229.

Timi, J. T., Lanfranchi, A. L. & Luque, J.L. (2010) Similarity in parasite communities of teleost fish *Pinguipes brasilianus* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *International Journal for Parasitology* 40, 243-254.

Thatcher, V.E. (2006) *Amazon fish parasites*. 580pp. Sofia-Moscow:Pensoft.

Thomaz, S.M., Pagioro, T.A., Bini, L.M., Roberto, M.C. & Rocha, R.R.A. (2004) Limnology of the upper Paraná Floodplain Habitats: Patterns of Spatio-temporal variations and influence of the water levels. 39-42pp. in: Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain: LTER- Sítio 6- (PELD- Sítio 6) Ed. Agostinho, A.A., Rodrigues, L., Gomes, L.C., Thomaz, S.M. & Miranda, L.E. Maringá; EDUEM.

Violante-González, J., Mendoza-Franco, F., Rojas-Herrera, A. & Guerrero, S.G. (2010) Factors determining parasite community richness and species composition in Black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitologia Research* 107, 59-99.

Violante-González, J., Monks, S., Rojas-Herrera, A. & Guerrero, S.G. (2011) Richness and species composition of helminth communities in Yellowfin snook (*Centropomus robalito*) (Centropomidae) from Coastal Lagoons in Guerrero, México. *Comparative Parasitology* 78, 84-94.

Whittington, I.D. & Chisholm, L.A. (2008) Diseases caused by Monogenea. pp 682–816. in: Eiras, J.C., Segner, H., Wahli, T., Kapoor, B.G., (Ed.) *Fish Diseases* Enfield: Science Publishers.

Zar, J.H. (2010) *Biostatistical Analysis*. 944p. 5 Th. Prentice Hall, New Jersey.

3 CONCLUSÃO GERAL

Este estudo comparou a similaridade da fauna endoparasitária de duas espécies de peixes piscívoros pertencentes à família Pimelodidae. Com base nos dados apresentados maximizou a diferença entre essas faunas, nos locais amostrados. Estes resultados confirmaram a literatura existente, apontando uma tendência para essa diferenciação de faunas em diferentes ambientes.

Embora trate de diferentes espécies de hospedeiros, coletadas em bacias hidrográficas distintas, registraram-se as mesmas espécies que contribuíram para a dissimilaridade; sendo *S. maringaensis* e larvas de Diplostomidae. O fato das mesmas espécies de parasitos serem comum na diferenciação das duas espécies estudadas, pode ser explicada pelo fato de *S. maringaensis* utilizar estes dois hospedeiros como hospedeiro final. No caso dos diplostomídeos é justificado pela ausência de especificidade destas larvas e sua grande abundância nos ambientes amostrados.

Estes estudos são necessários, pois constituem uma das primeiras pesquisas no Brasil utilizando faunas nativas de peixes em diferentes bacias hidrográficas, procurando estabelecer um padrão na distribuição de espécies em macro escala, bem como estabelecer os fatores que parecem estruturar a fauna parasitária. No entanto, futuros trabalhos que contemplem outras espécies de peixes, com diferentes estruturas tróficas em outros pontos de coletas, são necessários para dar uma continuidade aos estudos desta linha de pesquisa.

Sabe-se, entretanto da dificuldade de se desenvolver pesquisa com este escopo pela dificuldade de amostragens dos hospedeiros em locais distantes, principalmente pelos custos que estes estudos ocasionam.