

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO ESPACIAL NA ESTRUTURA  
DAS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE PEIXES DA  
FAMÍLIA ANOSTOMIDAE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS  
DOS RIOS GRANDE E SÃO FRANCISCO**

**Ana Carolina da Silva  
Médica Veterinária**

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO ESPACIAL NA ESTRUTURA  
DAS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE PEIXES DA  
FAMÍLIA ANOSTOMIDAE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS  
DOS RIOS GRANDE E SÃO FRANCISCO**

**Ana Carolina da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. José Luis Fernando Luque Alejos**

**Coorientador: Prof. Dr. Estevam Guilherme Lux Hoppe**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias –  
Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como  
parte das exigências para a obtenção  
do título de Doutor em Medicina  
Veterinária (área de Patologia Animal)**

**2017**

S586c Silva, Ana Carolina da  
Composição e variação espacial na estrutura das comunidades parasitárias de peixes da família Anostomidae das Bacias Hidrográficas dos Rios Grande e São Francisco / Ana Carolina da Silva. -- Jaboticabal, 2017  
v, 89 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: José Luis Fernando Luque Alejos

Coorientador: Estevam Guilherme Lux Hoppe

Banca examinadora: Marcos Rogério André, Marco Antonio de Andrade Belo, Gabriela Tomas Jerônimo, Wilson Gómez Manrique  
Bibliografia

1. Ecologia parasitária. 2. Água doce. 3. Índices ecológicos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:639.3.09

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

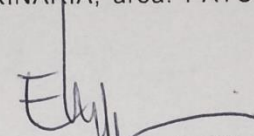
TÍTULO DA TESE: COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO ESPACIAL NA ESTRUTURA DAS  
COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE PEIXES DA FAMÍLIA ANOSTOMIDAE  
DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GRANDE E SÃO FRANCISCO

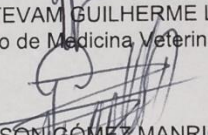
AUTORA: ANA CAROLINA DA SILVA

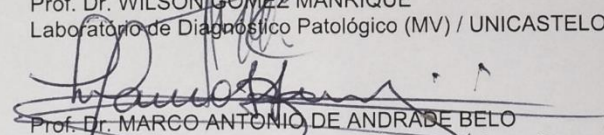
ORIENTADOR: JOSÉ LUIS FERNANDO LUQUE ALEJOS

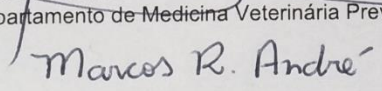
COORIENTADOR: ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE

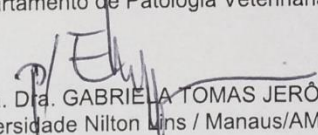
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em MEDICINA  
VETERINÁRIA, área: PATOLOGIA ANIMAL pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ESTEVAM GUILHERME LUX HOPPE  
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. WILSON GÓMEZ MANRIQUE  
Laboratório de Diagnóstico Patológico (MV) / UNICASTELO - Descalvado/SP

  
Prof. Dr. MARCO ANTÔNIO DE ANDRADE BELO  
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. MARCOS ROGÉRIO ANDRÉ  
Departamento de Patologia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Profa. Dra. GABRIELA TOMAS JERÔNIMO  
Universidade Nilton Lins / Manaus/AM

Jaboticabal, 12 de junho de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Ana Carolina da Silva – Filha de Edna Galindo Silva e Nilson Antonio da Silva nasceu em 04 de janeiro de 1987, Paraíso do Norte, Paraná. No ano de 1990 mudou-se para Ribeirão Preto, São Paulo, onde cursou ensino fundamental e médio, concluído em 2004. Em 2006 ingressou no curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, onde se graduou em 2010. Durante a graduação realizou estágio no Departamento de Patologia Veterinária e desenvolveu projeto de Iniciação Científica. Em 2011 ingressou no Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da mesma IES, na área de Patologia Animal sob a orientação da Profa. Dra. Julieta Rodini Engrácia de Moraes obtendo o título de mestre em 2012. No ano de 2013 iniciou o Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, na mesma IES, na área de Patologia Animal sob a orientação do Prof. Dr. José L. Fernando Luque Alejos.

Dedico a toda minha família, em especial a minha filha Giovanna e ao meu marido Sergio pelo seu amor e apoio em todas as etapas da minha vida pessoal e profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Sergio pelo seu companheirismo, amor, apoio, incentivo e constante presença em todas etapas dessa longa jornada acadêmica.

À minha princesa Gigi por florear minha vida e me mostrar o verdadeiro sentido do amor.

A minha querida mãe pelo seu amor incondicional e apoio em todos os momentos, e a toda minha família pelo carinho e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José L. F. Luque Alejos, pela orientação, paciência e pela confiança depositada em mim.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Estevam G. Lux Hoppe, que além de todo apoio, orientação, espaço para desenvolver minha pesquisa e amizade, me ensinou que ainda há professores que fazem a diferença e são inspirações para continuarmos. Gratidão eterna.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Enfermidades Parasitárias do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal por toda ajuda no desenvolvimento deste trabalho, amizade, risadas e muita comida gostosa.

A todos os docentes e funcionários do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária pelo apoio à minha formação

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias pela oportunidade de realizar toda minha formação acadêmica, da graduação ao doutorado, a essa comunidade todo meu carinho.

À FAPESP (Processo: 2012/24296-3) pelo apoio científico e financeiro, e ao CEPTA pelo apoio logístico para a realização da pesquisa.

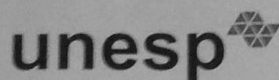
Enfim, agradeço a todas as pessoas que me apoiaram, incentivaram e ajudaram de alguma forma na concretização desse trabalho

## SUMÁRIO

	Página
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Hospedeiro.....	2
2.2 Estudos parasitológicos na Família Anostomidae.....	2
2.3 As Bacias Hidrográficas do Rio Grande e do Rio São Francisco.....	3
2.3.1 A Bacia Hidrográfica Rio Grande.....	3
2.3.2 A Bacia Hidrográfica Rio São Francisco.....	5
2.4 Estudos parasitológicos em peixes nos Rios Grande e São Francisco.....	6
2.5 Ecologia parasitária.....	8
3. OBJETIVO.....	10
4. HIPÓTESES.....	10
5. REFERÊNCIAS.....	11
<b>CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO ESPACIAL DAS COMUNIDADES DE PARASITAS DE DUAS ESPÉCIES DE PEIXES DA FAMÍLIA ANOSTOMIDAE EM TRÊS DIFERENTES RIOS DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....</b>	<b>20</b>
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3. RESULTADOS DISCUSSÃO.....	26
4. CONCLUSÕES.....	42
5. REFERÊNCIAS.....	43
<b>CAPÍTULO 3 – ECOLOGIA PARASITÁRIA DE <i>Leporinus reinhardti</i> CAPTURADOS NO RIO SÃO FRANCISCO EM MINAS GERAIS, BRASIL.....</b>	<b>55</b>
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58



	Página
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4. CONCLUSÕES.....	63
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
<b>CAPÍTULO 4 – COMUNIDADE PARASITÁRIA DE <i>Leporinus macrocephalus</i> E <i>Schizodon nasutus</i> COLETADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE.....</b>	<b>68</b>
1. INTRODUÇÃO.....	70
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	71
3. RESULTADOS .....	72
4. DISCUSSÃO.....	77
5. CONCLUSÕES.....	80
6. REFERÊNCIAS.....	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal

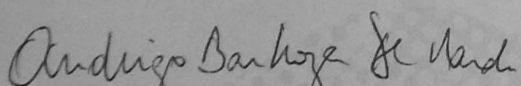


## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 016229/13 do trabalho de pesquisa intitulado "**Composição e variação espacial na estrutura das comunidades parasitárias de *Leporinus obtusidens*, *Leporinus elongatus* e *Leporinus copelandii* (Anostomatidae) de três rios da bacia do rio grande nos estados de São Paulo e Minas Gerais**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Luis Fernando Luque Alejos está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 08 de agosto de 2013.

Jaboticabal, 08 de agosto de 2013.

  
**Prof. Dr. Andriago Barboza De Nardi**  
Coordenador - CEUA

## CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

### COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO ESPACIAL NA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE PEIXES DA FAMÍLIA ANOSTOMIDAE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GRANDE E SÃO FRANCISCO

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo o estudo taxonômico e ecológico dos metazoários parasitas de peixes da Família Anostomidae pertencentes às Bacias Hidrográficas do Rio Grande e Rio São Francisco. No total foram coletados 411 exemplares de peixes, dos quais 360 pertenciam à bacia do Rio Grande e 51 da bacia do Rio São Francisco, sendo que 244 (94,16%) e 45 (88,23%), respectivamente, estavam parasitados por alguma espécie de metazoário. Foram identificados os seguintes parasitas: *Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Jainus leporini*, *Tereancistrum parvus*, *Urocleidodes paradoxus*, *Urocleidodes naris* e *Tereancistrum paranaensis*; *Clinostomum* sp. 1 (metacercárias) e *Clinostomum* sp. 2 (adultos), *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*, *Rhabdochona* sp., *Contraecaecum* sp. (juvenis), *Gamispatulus schizodontis* e uma espécie de Isopoda. Não houve correlação do sexo com a abundância parasitária. Algumas espécies de parasitas demonstraram correlação negativa com peso e comprimento padrão dos hospedeiros e abundância parasitária, com exceção de *Leporinus macrocephalus* (Rio Grande) que demonstrou correlação positiva entre peso, comprimento padrão e abundância parasitária de *R. nyttus* e *P. prochilodi*. Os mesmos hospedeiros apresentaram a maior diversidade de parasitas, enquanto a menor diversidade foi observada em *Schizodon nasutus* coletados no Rio Mogi Guaçu. As espécies de parasitas mais abundantes foram *U. paradoxus* e *J. leporini*, porém não foram dominantes. Dentro das localidades, os hospedeiros diferiram entre si quanto à abundância parasitária, com exceção do Rio Pardo onde não houve diferença significativa entre as espécies de peixes coletadas ( $p > 0,05$ ). Os resultados também mostraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na abundância parasitária dos hospedeiros analisados nas diferentes localidades. O PERMDISP mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na dispersão parasitária entre as localidades, exceto entre Rios Grande e Pardo. *Leporinus obtusidens* apresentou maior diversidade parasitária que *L. friderici*. Não foi observada declínio de similaridade com o aumento da distância geográfica, ao contrário, constatou-se que a similaridade aumentou com a distância.

**Palavras-chave:** ecologia parasitária; água doce; índices ecológicos; piaui; piapara; taguara; piaçu.

## COMPOSITION AND SPACE VARIATION IN THE STRUCTURE OF THE PARASITARY COMMUNITIES OF THE FAMILY FISH ANOSTOMIDAE OF THE GRANDE AND SÃO FRANCISCO RIVERS HYDROGRAPHIC BASINS

**ABSTRACT** - The present study had as objective the taxonomic and ecological study of the parasitic metazoan fish of the Anostomidae Family belonging to the Hydrographic Basins of Grande River and São Francisco River. In total, 411 specimens of fish were collected, of which 360 belonged to the Grande River Basin and 51 from the São Francisco River Basin, respectively, 244 (94.16%) and 45 (88.23%) were parasitized by some species of metazoan. The following parasites have been identified: *Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Jainus leporini*, *Tereancistrum parvus*, *Urocleidodes paradoxus*, *Urocleidodes naris* and *Tereancistrum paranaensis*; *Clinostomum* sp. 1 (*metacercariae*) and *Clinostomum* sp. 2 (*adults*), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Rhabdochona* sp., *Contraecaecum* sp. (*juveniles*), *Gamispatulus schizodontis* and a species of Isopoda. There was no correlation between sex and parasite abundance. Some species of parasites showed negative correlation with host weight and standard length and parasite abundance, except for *Leporinus macrocephalus* (Grande River), which showed a positive correlation between weight and standard length and parasitic abundance of *R. nyttus* and *P. prochilodi*. The same hosts had the highest diversity of parasites, while the lowest diversity was observed in *Schizodon nasutus* collected in the Mogi Guaçu River. The most abundant species of parasites were *U. paradoxus* and *J. leporini*, but they were not dominant. Within the localities, the hosts differed in parasite abundance, with the exception of Rio Pardo, where there was no significant difference among the species of fish collected ( $p > 0.05$ ). The results also showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) in the parasite abundance of the analyzed hosts in the different locations. The PERMDISP showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) in the parasite dispersion between the localities, except between Rios Grande and Pardo. *Leporinus obtusidens* presented higher parasite diversity than *L. friderici*. No similarity decline was observed with the increase of the geographic distance, on the contrary, it was verified that the similarity increased with the distance.

**Keywords:** parasitic ecology; fresh water; ecological indexes; piau; piapara; taguara; piauçu.

## 1. INTRODUÇÃO

Os parasitas de peixes têm sido apontados como excelentes modelos para estudos de ecologia parasitária. A facilidade para a obtenção de réplicas, e a possibilidade de contagem da totalidade de integrantes destas comunidades parasitárias permite o desenvolvimento de numerosos estudos sobre a ecologia de populações e de comunidades (ROHDE; HAYWARD; HEAP, 1995). Nas últimas décadas tem aumentado consideravelmente a relevância dos estudos relacionados com parasitas e outros patógenos de organismos aquáticos, principalmente daqueles hospedeiros com potencial para o cultivo e comercialização, face ao aumento significativo destas atividades no Brasil e no mundo (LUQUE, 2004).

O conhecimento da biodiversidade parasitária é muito importante, já que o parasitismo tem um importante papel nos ecossistemas, regulando a abundância ou densidade das populações de hospedeiros, estabilizando as cadeias alimentares e estruturando as comunidades animais. Assim, um bom conhecimento da diversidade de parasitas, e se está existindo ou não um declínio desta, é crucial para o manejo e conservação ambiental (LUQUE; POULIN, 2007).

O estudo da ecologia dos parasitas de peixes oferece informações importantes não só a respeito de seus hospedeiros, mas também do ambiente de maneira geral. As áreas sujeitas a impactos ambientais podem provocar alterações na dinâmica populacional da sua fauna. Estes impactos afetam principalmente a fauna íctica, influenciando diretamente as populações de parasitas, quanto à prevalência e tamanho de suas infrapopulações (PAVANELLI et al., 2004).

Além disso, o ambiente aquático é um meio no qual o acesso à penetração de agentes patogênicos torna-se facilitado. Assim o estudo destes organismos é um campo de crescente importância em virtude da expansão mundial da piscicultura, pois se sabe que estes agentes podem provocar elevadas taxas de mortalidade, redução das capturas ou diminuição dos valores comerciais dos exemplares atacados (EIRAS, 1994). Diante disso, o conhecimento da composição das comunidades parasitárias e sua ecologia fornecem informações importantes tanto para saúde dos hospedeiros como da saúde ambiental.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Hospedeiro

A Família Anostomidae é composta por 138 espécies distribuídas em doze gêneros com registros nas Américas Central e do Sul. São peixes com formato fusiforme, com comprimento corporal variando de 10 cm a 80 cm. A maioria das espécies de anostomídeos é conhecida por possuir o hábito de se alimentar em posição inclinada devido à posição da boca. O trato digestório longo permite que esses animais utilizem uma vasta gama de itens alimentares como, por exemplo, detritos, invertebrados e vegetais. Algumas espécies do gênero *Leporinus* fazem migrações anuais, sendo exploradas por pescadores profissionais, para a pesca de subsistência e para a aquicultura como importante fonte de proteína na dieta de parte da população da América do Sul (GARAVELLO; BRITSKI, 2003).

As espécies selecionadas para a realização desta pesquisa pertencem à Família Anostomidae e estão amplamente presentes nos rios do estado de São Paulo e Minas Gerais. São elas: *Leporinus obtusidens* (Velenciennes, 1836), a piapara; *Leporinus friderici* (Bloch, 1794), o piau três pintas; *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988), o piauçu; *Schizodon nasutus* Kner, 1859, a taguara; e *Leporinus reinhardti* Lütken, 1875, o timboré pintado.

### 2.2 Estudos parasitológicos na Família Anostomidae

Apesar da importância e ampla distribuição dos gêneros *Leporinus* e *Schizodon*, as pesquisas com estas espécies de peixes são concentradas em estudos taxonômicos (PAVANELLI; EIRAS; SARAIVA, 1998; FARIAS; SANTOS; BRASIL-SATO, 2004; FELTRAN et al., 2004; KOHN et al., 2011) ou ainda em outras regiões geográficas como Guidelli et al. (2006; 2011) estudaram a fauna parasitária de algumas espécies do gênero *Leporinus* na planície de inundação do Alto Rio Paraná. Azevedo, Abdallah e Luque (2010), por sua vez, estudaram a biodiversidade parasitária de *Leporinus conirostris* e *Leporinus copelandii*, do Rio Guandu no Rio de Janeiro e Yamada et al. (2017) que compararam a infracomunidades parasitária de *L.*

*friderici* de três rios tributários do Reservatório de de Jurumirim, no estado de São Paulo. Estudos com outras espécies de peixe da Família Anostomidae já foram realizados, como os de Machado et al. (1994; 1995; 1996) que estudaram a estrutura, a diversidade e a ecologia da fauna parasitária de *Schizodon borelli* do Rio Paraná.

Outros trabalhos citam a ocorrência de parasitas nos peixes da Família Anostomidae, tais como *Quadrigyrus torquatus* e *Octospiniferoides incognita* em peixes na Bacia do Rio Paraná e no estado de Rondônia (MACHADO et al., 1994; 1996; THATCHER, 1998; GUIDELLI et al., 2006). Algumas espécies de digenéticos como *Creptotrema*, *Diplostomum* sp. e *Creptotrema lynchi* no intestino de *L. lacustris*, *L. friderici*, *L. obtusidens* e *L. elongatus* provenientes do Rio Paraná, *Crassicutis intermedius* em *L. copelandii* coletados no Estuário Guaíba-RS e *Prosthenhystera obesa* identificado em *L. copelandii* do Rio Mogi-Guaçu também foram registrados (KOHN; FERNANDES, 1987; KOHN et al., 1987; KOHN et al., 2007; GUIDELLI et al., 2011). Há também descrições de *Proteocephalus vazzolerae* em intestino e cecos em *L. lacustris* e *L. friderici* coletados na planície de inundação do alto Rio Paraná (GUIDELLI et al., 2006).

## **2.3 As Bacias Hidrográficas do Rio Grande e do Rio São Francisco**

### **2.3.1 A Bacia Hidrográfica do Rio Grande**

O Brasil tem uma extensão territorial superior a 8 milhões de km<sup>2</sup>, privilegiado em recursos hídricos, com cerca de 12% da água doce mundial, possui nela grandes bacias hidrográficas. Uma delas é a Bacia Hidrográfica do Rio Grande que está situada na região sudeste do Brasil, na Bacia Hidrográfica do Paraná que, em conjunto com as Bacias Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata. É uma bacia hidrográfica de expressiva área territorial, com mais de 143 mil km<sup>2</sup> de área de drenagem (CBH, 2016).

Com população de nove milhões de habitantes, a Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) é formada por 393 municípios, dos quais 325 têm área totalmente incluída na BHRG, o que comprova sua grandeza como bacia hidrográfica que inclui dois importantes estados brasileiros: Minas Gerais, ao norte, com 60,2% da área de drenagem da bacia, e São Paulo, ao sul, com 39,8% da área (CBH, 2016).

A abrangência da bacia hidrográfica garante a ela uma diversidade de ambientes, desde os típicos da Região Centro-Oeste, como os cobertos por vegetação de cerrado, até áreas montanhosas e típicas da costa Sudeste do Brasil, com perímetros de Mata Atlântica. Entre os rios que compõe a Bacia do Rio Grande, no Estado de São Paulo, há destaque ao próprio Rio Grande, Rio Pardo e Rio Mogi-Guaçu, devido à sua importância econômica no abastecimento de água a população, indústrias, atividade agropecuária e pesca (CBH, 2016).

O Rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira, no município de Bocaína de Minas (MG), a uma altitude aproximada de 1.980 metros. Ao longo do seu curso, de 1.360 km, 13 barragens estão instaladas destacando seu grande potencial em produção de energia elétrica. Os principais afluentes do Rio Grande pela margem direita são os Rios das Mortes, Jacaré, Santana, Pouso Alegre, Uberaba e Verde ou Feio; e na margem esquerda os Rios Capivari, Verde, Sapucaí-Mirim, Sapucaí (mineiro), Pardo, Sapucaí (paulista), Mogi-Guaçu e Turvo. Entre as atividades econômicas destaca-se a atividade agrícola, predominantemente cana de açúcar, café e laranja. Em relação às indústrias predominam as do ramo frigorífico, processamento de laranja e usinas de açúcar e álcool (CBH, 2016).

A Bacia do Rio Pardo compreende terrenos drenados pelo Rio Pardo e seus afluentes desde a sua nascente na Serra do Servo, município de Ipuiúna, Estado de Minas Gerais até a confluência com o Rio Mogi-Guaçu no município de Foz do Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, totalizando uma área de aproximadamente 12.588 km<sup>2</sup>. Seu curso total é de 573 km. O Rio Pardo tem grande aproveitamento hidroelétrico, formando as represas Euclides da Cunha, Limoeiro e Caconde. A área de abrangência do Rio Pardo tem sua economia baseada na agropecuária, indústria, comércio e serviços. Com a agropecuária ocupando 75% do território, destacam-se as culturas de cana-de-açúcar e laranja, além das pastagens, que ocupam aproximadamente 22% da área da bacia. Existem áreas de culturas irrigadas como cebola, batata e milho, que têm importância econômica e no consumo de água (CBH, 2016).

O Rio Mogi-Guaçu, de 473 km de extensão, nasce no Estado de Minas Gerais no município de Bom Reposo, e a sua bacia hidrográfica possui uma área de drenagem total de 18.938 km<sup>2</sup>. As atividades econômicas voltadas ao setor primário são as predominantes, com destaque para a agropecuária. As principais culturas são:



cana-de-açúcar, laranja, braquiária e milho. Observa-se, pelo perfil industrial da região, uma forte articulação com as atividades agrícolas, pois os ramos fabris mais destacados: usinas de açúcar e álcool, papel e celulose, óleos vegetais, frigoríficos e bebidas. O turismo é um componente importante na economia dos municípios reconhecidos como estâncias hidrominerais, onde a alta qualidade de seu aquífero subterrâneo é um atrativo que propicia o desenvolvimento de atividades associadas à hotelaria e ao lazer (CBH, 2016).

### **2.3.2. A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

O Rio São Francisco possui uma grande importância para o país não apenas pelo volume de água transportado em uma região semiárida, mas, também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região. A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco abrange 639.219 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850 m<sup>3</sup>/s (2% do total do país). O Rio São Francisco tem 2.700 km de extensão e nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para este, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe (CBH, 2016). A grande dimensão territorial da Bacia do Rio São Francisco, estimada em 639.217 km<sup>2</sup>, motivou a sua divisão por regiões, para fins de planejamento e para facilitar a localização das suas muitas e diversas populações e ambiências naturais. Assim, a sua parte inicial, tomando como referência a área montanhosa onde o rio nasce, na Serra da Canastra, a 1.280 m de altitude, ganhou a denominação de Alto São Francisco. Estendendo-se até a cidade de Pirapora, no centro-norte de Minas Gerais, a região perfaz uma área de 111.804 km<sup>2</sup>. Escoando no sentido sul-norte, no trecho seguinte o rio atravessa todo o oeste da Bahia, até o ponto onde se formou o lago represado de Sobradinho, no município de Remanso. Nessa região, a bacia é denominada Médio São Francisco. É a maior das quatro divisões, alcançando 339.763 km<sup>2</sup>. Depois de Remanso, o rio inflexiona o seu curso para o leste, constituindo-se na divisa natural entre os estados da Bahia e de Pernambuco, até alcançar o limite com Alagoas. É o Submédio São Francisco, a segunda maior região, com 155.637 km<sup>2</sup>. Daí o rio segue na direção leste, formando

a segunda divisa natural, dessa vez entre os estados de Alagoas e Sergipe. É o Baixo São Francisco, com uma área de 32.013 km<sup>2</sup>, onde o Rio São Francisco deságua no Oceano Atlântico (CBH, 2016).

Com grande diversidade ambiental, a Bacia do São Francisco está distribuída por três diferentes Biomas (Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga), além de paisagens costeiras e insulares. O Cerrado cobre, praticamente, metade da área da bacia, de Minas Gerais ao oeste e sul da Bahia, enquanto a Caatinga, onde as condições climáticas são mais áridas, predomina no nordeste baiano. Um pequeno trecho da Mata Atlântica, já devastada pelo uso agrícola e pastagens, ocorre no Alto São Francisco, principalmente nas cabeceiras (CBH, 2016).

Na esfera econômica, há regiões contempladas com a presença de indústrias e agroindústrias, como acontece no Alto, Médio e Submédio São Francisco, notadamente nas zonas industriais extrativas de Minas e nos polos agroindustriais de grãos e fruticultura localizados no Norte e Oeste da Bahia e no Sul de Pernambuco. No Baixo, a sócio economia ribeirinha ainda se vincula significativamente à agropecuária e à pesca tradicionais, porém com crescimento expressivo da aquicultura, turismo e lazer (CBH, 2016). Quanto a diversidade de espécies de peixes no Rio São Francisco estima-se que seja de 150 espécies. Este número é claramente subestimado, pois novas espécies são frequentemente descritas ou aguardam descrição (ALVES; POMPEU, 2001). Diante disso, vê-se a necessidade de estudar melhor a taxonomia de hospedeiros e seus respectivos parasitas no Rio São Francisco, visto o grande potencial de biodiversidade deste rio.

#### **2.4 Estudos parasitológicos em peixes dos Rios Grande e São Francisco**

Em relação aos rios da Bacia do Rio Grande, apesar da grande diversidade de peixes, os estudos parasitológicos, ainda são poucos quando consideradas a sua importância e biodiversidade. Travassos, Artigas e Pereira (1928) realizaram uma expedição ao Rio Mogi-Guaçu no município de Pirassununga- SP em 1927. Na ocasião foram examinadas 35 espécies de peixes, entre elas *Leporinus pictus*, *Leporinus copelandii*, *Leporinus elongatus*, *Leporinus fasciatus* e *Leporinus octofasciatus*, que estavam parasitados por espécies de helmintos como *Procamallanus (Spirocamallus) iheringi*, *Procamallanus (Spirocamallus) inopinatus*,

*Creptotrema creptotrema*, *Capillaria minima* e *Amplichaecum* sp. Posteriormente outros estudos foram realizados no mesmo local (TRAVASSOS, 1947a; 1947b; TRAVASSOS et al., 1962; TRAVASSOS; KOHN, 1965; KOHN, 1985, KOHN; FERNANDES, 1987), que juntamente com o trabalho de Travassos, Artigas e Pereira (1928) examinaram 1.027 peixes de 13 diferentes famílias, dos quais 468 estavam parasitados por uma ou mais espécies de helmintos; 331 parasitados por nematodas, 222 por digenéticos, 34 por acantocéfalos e 8 por cestódeos (KOHN et al., 1987). Outros estudos também foram realizados no Rio Mogi-Guaçu como o de Carriero (2011) que avaliou a ocorrência de parasitas do filo Myxozoa em seis espécies de peixes, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Salminus brasiliensis*, *Brycon hilarii*, *Zungaro jahu* e *Piaractus mesopotamicus*, nos quais identificou 11 espécies de myxosporídeos, sendo cinco ainda não descritas na literatura no momento.

No Rio Grande, Souza, Gomiero e Braga (2005) avaliaram a interação parasita-hospedeiro de lambaris (*Astyanax scabripinnis*) e o isópodo *Paracymothoa astyanaxi* e observaram que os peixes parasitados tinham o desenvolvimento comprometido devido a presença dos parasitas. Martins et al. (2009) estudaram a variação dos índices parasitológicos de tucunarés (*Cichla piquiti*) infectados duas espécies de cestódeos, *Proteocephalus macrophallus* e *Proteocephalus microscopicus*, no Reservatório de Volta Grande, Minas Gerais e observaram altas prevalências e intensidades destes parasitas nas espécies de hospedeiros estudadas. No mesmo local, foi identificada uma nova espécie de nematódeo, *Ichthyouris voltagrandensis*, parasitando o intestino de cinco de seis pacus-manteiga (*Myleus tiete*) examinados (MARTINS; YOSHITOSHI; UMEKITA; 2001). Apesar de um número razoável de trabalhos realizados, principalmente no Rio Mogi-Guaçu, são poucos os trabalhos realizados no Rio Pardo e Rio Grande, e principalmente, não foram realizadas pesquisas que analisassem as comunidades parasitárias e de seus componentes nestes locais.

Quanto à Bacia do Rio São Francisco, Brasil-Sato (2003) relatou que no exame de 22 exemplares de pacu-azul, *Myleus micans* (Lutken, 1875), observou-se que 100% dos hospedeiros estavam parasitados pelo nematódeo *Rondonia rondoni* e 88,4% por digenéticos (77,3% *Dadaytrema oxycephala* e 54,5% *Travassosinia*

*dilatata*), todos parasitas de intestino. Em outro estudo, Brasil-Sato e Santos (2005) analisaram 24 espécimes de pirá-tamanduá, *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840), dos quais 50% estavam parasitados por uma das 10 espécies de parasitas identificadas. Na reserva de Três Marias, no Alto do Rio São Francisco, Santos, Thatcher e Brasil-Sato (2007) encontraram uma nova espécie de ectoparasita, denominada *Brasergasilus bifurcatus*, em piranha preta, *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), e piranha branca, *Serrasalmus brandtii* (Lutken, 1875). Na mesma reserva, e utilizando-se das mesmas espécies de peixes que Santos, Thatcher e Brasil-Sato (2007), Thatcher, Santos e Brasil-Sato (2008) descreveram o parasita *Gamidactylus piranhus* (Copepoda, Vaigamidae) na fossa nasal dos peixes pesquisados.

Ainda com relação à biodiversidade parasitária, Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010) descreveram uma nova espécie de parasita, *Myxobolus franciscoi* em curimatás, *Prochilodus argenteus* (Spix & Agassiz, 1829). Estudos de caráter ecológico também já foram realizados no Rio São Francisco. Monteiro et al. (2009) pesquisaram a relação de parâmetros ecológicos de helmintos do sistema digestório de 150 espécimes de *P. argenteus* e sua relação com o tamanho e sexo dos hospedeiros. Mais recentemente, Martins (2012) analisou novos registros de hospedeiros e parâmetros ecológicos do digenético *Prosthenhystera obesa*.

## 2.5 Ecologia parasitária

Espécies de peixes congênicas, como aquelas que foram estudadas nesta pesquisa, possuem aspectos de biologia e comportamento que fazem semelhantes e, provavelmente, são hospedeiras de uma fauna também semelhante. No entanto, necessitam exibir características diferentes entre si que permitam a coexistência e ocupação de um nicho ecológico (GUIDELLI et al., 2006). Segundo Balassa et al. (2004), espécies estreitamente relacionadas devem exibir estratégias comportamentais diferenciadas, evitando assim a sobreposição de nichos. No caso de *Leporinus* spp., estes mesmos autores observaram que a posição da boca e a plasticidade trófica contribuem para a coexistência. Enquanto *L. obtusidens*, *L. reinhardti*, *L. friderici* e *L. macrocephalus* são consideradas onívoras, *S. nasutus* é estritamente herbívora. No entanto, cada uma das espécies apresenta peculiaridades.

Nesse sentido, *L. reinhardti* é considerada uma espécie de alimentação oportunista, tendo variação na base da alimentação de acordo com a oferta de alimento do ambiente. Já *L. friderici* tem uma tendência para ser mais carnívora e *L. macrocephalus* em ser herbívora (ALVES; LEÃO; POMPEU, 2007). É possível que diferenças assim possam proporcionar algum grau de divergência também nas comunidades de endoparasitas, tanto em composição quanto em estrutura (GUIDELLI et al., 2006), pois segundo Dogiel (1961), essa fauna é relacionada ao hábito alimentar e dieta. Outras características divergentes entre hospedeiros, como o comportamento podem também afetar a fauna de ectoparasitas (GUIDELLI et al., 2006). Um método de avaliar a importância do parentesco e dos fatores ecológicos na composição e estrutura das comunidades de parasitas é através da análise de diferentes espécies de hospedeiros, porém, relacionadas (MORAND et al., 2000).

Outros vários fatores relativos aos hospedeiros e aos parasitas são considerados responsáveis pela organização das comunidades parasitárias (DOGIEL, 1961; WILLIAMS; JONES, 1994; ESCH et al., 1990). Características relativas ao ambiente, padrões e processos espaciais também podem determinar a composição e estrutura de comunidades de parasitas. Assim dentro de um mesmo ecossistema, as comunidades de parasitas de uma mesma espécie hospedeira podem não se comportar da mesma forma nos diferentes locais, podendo, portanto, haver diferentes graus de similaridades na composição dessas comunidades parasitárias (HARTVIGSEN; HALVORSEN, 1994; GUIDELLI et al., 2006).

As comunidades parasitárias representam bons modelos para a investigação de taxas de declínio da similaridade com o aumento da distância entre as populações hospedeiras, pois as comunidades podem ser amostradas em sua totalidade, permitindo que todos os espécimes de todas as espécies sejam quantificados, além do sistema ser comprovadamente afetado tanto pela distância geográfica e filogenética entre as populações hospedeiras (POULIN, 2003; ROSIM, 2010). Três hipóteses principais têm sido utilizadas para explicar o declínio da similaridade com o aumento da distância geográfica. Primeiramente, o aumento da distância está associado ao declínio da similaridade ambiental (NEKOLA; WHITE, 1999). Em segundo lugar, o aumento da distância está associado à presença de um maior número de barreiras geográficas que limitam a taxa de dispersão dos organismos

(SOININEN et al., 2007). E em último lugar, o aumento da distância está associado a teoria neutra da biodiversidade, pela qual todas as espécies têm propriedades demográficas idênticas e as distâncias nas composições e abundâncias relativas decorrem de processos probabilísticos de colonização e extinção dos indivíduos nos habitats (HUBBELL, 2001).

Em uma pesquisa a respeito da distribuição da biodiversidade parasitária em peixes de água doce em lagos no Reino Unido, Poulin e Morand (1999) concluíram que quanto menor a distância geográfica entre áreas isoladas, maior a similaridade na composição parasitária entre elas, e que locais mais próximos abrigam maior similaridade quanto à riqueza de espécies do que locais distantes. Ademais, discutiram o isolamento natural entre as localidades como o principal fator determinante deste padrão e apontaram a distância geográfica como um bom índice de isolamento.

Poucos estudos testaram a hipótese de declínio da similaridade entre comunidades parasitárias com o aumento da distância geográfica entre populações de peixes (POULIN; MORAND, 1999; POULIN, 2003; OLIVA; GONZALEZ, 2005; FELLIS; ESCH, 2005a; 2005b; SEIFERTOVA et al., 2008; PEREZ-DEL-OLMO et al., 2009; TIMI; LANFRANCHI; ETCHEGOIN, 2009; ROSIM, 2010), e este estudo é o primeiro a ser realizado com espécies da Família Anostomidae e em rios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Grande e Rio São Francisco.

### **3. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e analisar a variação espacial das comunidades e infracomunidades de metazoários de peixes da Família Anostomidae capturados em diferentes rios das Bacias do Rio Grande e São Francisco nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

### **4. HIPÓTESES**

**H1:** As comunidades parasitárias das espécies de peixes da Família Anostomidae apresentam padrões de estruturação.

**H2:** As comunidades parasitárias das espécies de peixes da Família Anostomidae variam espacialmente.

**H3:** Há correlação entre a abundância parasitária e as características fenotípicas (peso e comprimento).

**H4:** Há grupos de parasitas predominantes nas comunidades parasitárias dos peixes da Família Anostomidae estudados.

**H5:** Há diferença entre as comunidades parasitárias entre as espécies de peixes da Família Anostomidae.

## 5. REFERÊNCIAS

ALVES, C.B.M.; P.S. POMPEU. A fauna de peixes da bacia do rio das Velhas no final do século XX, p. 165-187. In: C.B.M. ALVES, P.S. POMPEU. (Eds). **Peixes do Rio das Velhas: passado e presente**. Belo Horizonte, SEGRAC, 2001. 194p.

ALVES, M. F.; LEÃO, F. P.; POMPEU, P. S. Alimentação do piau-três-pintas *Leporinus reinhardti* (Lütken, 1874) (Anostomidae, Characiformes). **Anais.. VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG. 2007.

AZEVEDO, R. K.; ABDALLAH, V. D., LUQUE, J. L. Acantocephala, Annelida, Arthropoda, Myxozoa, Nematoda and Platyhelminthes parasites of fishes from de Guandu river, Rio de Janeiro, Brazil. **Check list**, v. 6, n. 4, p. 659-667, 2010.

BALASSA, G. C.; FUGI. R.; HAHN, N. S.; GALINA, A. B. Dieta de espécies de Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, n. 1, p. 77-82, 2004.

BRASIL-SATO, M. C. Parasitos de peixes da bacia do rio São Francisco; p. 149-165 In Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Eds.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003

BRASIL-SATO, M.C.; SANTOS, M. D. Parasitos metazoários de *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840), peixe siluriforme endêmico da bacia do São

Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 14, n. 3, p. 160-166, 2005.

CARRIERO, M. M. **Taxonomia e filogenia molecular de Myxozoa parasitas de peixes de água doce oriundos de ambiente natural e sistema de criação**. 2011. 48 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2011.

CBH. Comitê de Bacia Hidrográfica. 2016. Disponível em: <http://www.grande.cbh.gov.br>. Acesso em: 31 dez. 2016.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, A. A.; PETRUSHEVSKI, G. K.; POLYANSKY, Y. I. (Eds.), **Parasitology of fishes**. Londres: Olivier & Boyd, 1961. p. 1-47.

EIRAS, J. C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Porto: Fundação Eng. António de Almeida, 1994. 339p.

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

ESCH, G. W.; BUSH, A. O.; AHO, J. M. **Parasite communities: patterns and processes**. New York: Chapman & Hall, 1990. 304p.

FARIAS, M. S.; SANTOS, M. D.; BRASIL-SATO, M. C. Análise comparativa do parasitismo por *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) (Nematoda) entre duas espécies de anostomídeos do reservatório de Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, s.1, p. 391-396, 2004.



FELLIS, K. J.; ESCH, G. W. Variation in life cycle affects the distance decay of similarity among bluegill sunfish parasite communities. **Journal of Parasitology**, v. 91, p. 1484-1486, 2005a.

FELLIS, K. J.; ESCH, G. W. Autogenic-allogenic status affects interpond community similarity and species-area relationship of macroparasites in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. **Journal of Parasitology**, v. 91, p. 764-767, 2005b.

FELTRAN, R. B.; MARÇAL Jr, O.; PINESE, J. F.; TAKEMOTO, R. M. Prevalência, abundância, intensidade e amplitude de infecção de nematóides intestinais em *Leporinus friderici* (Bloch, 1974) e *L. obtusidens* (Valenciennes, 1836) (Pisces, Anostomidae), na represa de Nova Ponte (Perdizes, MG). **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 6, n. 2, p. 169-179, 2004.

GARAVELLO, J. B.; BRITSKI, H. A. Family Anostomidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (Eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 71-84.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 281-290, 2006.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 177, p. 145-151, 2011.

HARTVIGSEN, R.; HALVORSEN, O. Spatial patterns in the abundance and distribution of parasites of freshwater fish. **Parasitology Today**, v. 10, n. 1, p. 28-31, 1994.

HUBBELL, S. P. **The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

KOHN, A. On the species described by Szidat in 1954 in the genus *Saccocoelioides* (Digenea: Haploporidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 80, n. 4, p. 387-393, 1985.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Estudo comparativo dos helmintos parasitos de peixes do rio Mogi Guaçu. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 82, n. 4, p. 483-500, 1987.

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

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; MACEDO, B.; ABRAMSON, B. Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 80, n. 3, p. 327–336, 1987.

KOHN, A.; MORAVEC, F.; COHEN, S. C.; CANZI, C.; TAKEMOTO, R. M.; FERNANDES, B. M. M. Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. **Check list**, v. 7, n. 5, p. 681-690, 2011.

LUQUE, J. L. Biologia, Epidemiologia e Controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n.1, p. 161-164, 2004.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 865-878, 2007.

MACHADO, M. H.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Influence of the type of environment and the hidrological level variation in the endoparasitic infrapopulations

of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high river Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 4, p. 961-976, 1995.

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 River Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 4, p. 441-448, 1996.

MACHADO, M. H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R. M. Influence of the hosts sex and size in endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high river Paraná. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 3, n. 2, p. 143-48, 1994.

MARTINS, A. N. **Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes anostomídeos de Reservatório de Três Marias, Alto do Rio São Francisco, Minas Gerais**. [Tese] Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2012.

MARTINS, M. L.; YOSHITOSHI, E. R.; UMEKITA, H. *Ichthyouris voltagrandensis* n.sp. (Nematoda: Pharyngodonidae) from *Myleus tiete* Eigenmann & Norris, 1900 (Osteichthyes: Characidae) in the Volta Grande Reservoir, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.2, p.305-310, 2001.

MARTINS, M. L.; PEREIRA, J. R., J.; DE CHAMBRIER, A.; YAMASHITA, M. M. Proteocephalid cestode infection in alien fish, *Cichla piquiti* Kullander and Ferreira, 2006 (Osteichthyes: Cichlidae), from Volta Grande reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.69, p.189-195, 2009.

MONTEIRO, C. M., SANTOS, M. D., ZUCHI, N., BRASIL-SATO, M. C. Ecological parameters of the endohelminths in relation to size and sex of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. **Zoologia**, v. 26, n. 4, p. 753-757, 2009.

MORAND, S.; CRIBB, T. H.; KULBICKI, M.; RIGBY, M. C.; CHAUVET, C.; DUFOUR, V.; FALIEUX E.; GALZIN, R.; LO, C. M.; LO-YAT, A.; PICHELIN, S.; SASAL, P. Endoparasite species richness of New Caledonian butterfly fishes: host density and diet matter. **Parasitology**, v.121, p. 65-73, 2000.

NEKOLA, J. C.; WHITE, P. S. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. **Journal of Biogeography**, v. 26, p. 867-878, 1999.

OLIVA, M. E.; GONZALEZ, M. T. The decay of similarity over geographical distance in parasite communities of marine fishes. **Journal of Biogeography**, v. 32, n. 8, p. 1327-1332, 2005.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; SARAIVA, A. *Henneguya* spp. (Myxozoa, Myxosporidia, Myxobolidae), parasitas de peixes do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 20, n. 2, p. 161-163, 1998.

PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R. M.; GUIDELLI, G. M.; LIZAMA, M. A. P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds.). **The Upper Paraná river and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers. 2004. p. 309-329.

PEREZ-DEL-OLMO, A.; FERNÁNDEZ, M.; RAGA, J. A.; KOSTADINOVA, A.; MORAND, S. Not everything is everywhere: The distance decay of similarity in a marine host-parasite system. **Journal of Biogeography**, v. 36, n. 2, p. 200-209, 2009.

POULIN, R. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1609–1615, 2003.

POULIN, R.; MORAND, S. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. **Parasitology**, v. 119, p. 369-374, 1999.

ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **International Journal for Parasitology**, v. 25, p. 945-970, 1995.

ROSIM, D. F. **Biodiversidade das comunidades parasitárias em populações de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2010. 135 p.

SANTOS, M.D.; THATCHER, V.; BRASIL-SATO, M. C. *Brasergasilus bifurcatus* sp. nov. (Copepoda, Ergasilidae, Abergasilinae) from the gills and nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 52, n.3, p. 268-272, 2007.

SEIFERTOVA, M.; VYSKOCILOVÁ, M.; MORAND, S.; SIMKOVÁ, A. Metazoan parasites of freshwater cyprinid fish (*Leuciscus cephalus*): Testing biogeographical hypotheses of species diversity. **Parasitology**, v. 135, n. 12, p. 1417-1435, 2008.

SOININEN, J. MCDONALD, R.; HILLEBRAND, H. The distance decay of similarity in ecological communities. **Ecography**. v. 30, n. 1, p. 3-12, 2007.

SOUZA, U. P.; GOMIERO, L. L.; BRAGA, F. M. S. Interações hospedeiro-parasita entre o lambari *Astyanax cf. scabripinnis paranae* (Eigenmann, 1927) (Characidae, Tatragnopterinae) e o isópodo *Paracymothoa astyanaxi* (Lemos de Castro, 1955) (Cymothoidae) no Rio Grande, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil em Caxambu-MG, 2005 **Anais...2005**.

THATCHER, V. E. A description of adults of *Octospiniferoides incognita* Schmidt & Huggins, 1973, (Acanthocephala, Neoechinorhynchidae) from a fish of Rondônia State, Brazil. **Amazoniana**, v. 15, p. 51–55, 1998.

THATCHER, V.; SANTOS, M.D.; BRASIL-SATO, M. C. *Gamidactylus piranhus* sp. nov. (Copepoda, Vaigamidae) from the nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 53, n. 3, p. 284-288, 2008.

TIMI, J. T.; LANFRANCHI, A. L.; ETCHEGOIN, J. A. Seasonal stability and spatial variability of parasites in Brazilian sandperch *Pinguipes brasilianus* from the Northern Argentine Sea: evidence for stock discrimination. **Journal of Fish Biology**, v. 74, n. 6, p. 1206-1225, 2009.

TRAVASSOS, L. E. Contribuição ao conhecimento dos helmintos dos peixes de água doce do Brasil. III. Duas novas espécies do gênero *Cucullanus* Müller, 1877. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 45, n. 3, p. 551-559, 1947a.

TRAVASSOS, L. Relatório de excursão do Instituto Oswaldo Cruz realizada no Estado de São Paulo em novembro e dezembro de 1946. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 45, n. 3, p. 619-627, 1947b.

TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C. Fauna helmintológica dos peixes de água doce do Brasil. **Archivos do Instituto Biológico**, v. 1, p. 5-68, 1928.

TRAVASSOS, L.; KOHN, A.; COSTA, S. C. G. Excursão à Pirassununga, Estado de São Paulo. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 6, n. 1-2, p. 9-11, 1962.

TRAVASSOS, L.; KOHN, A. Lista dos helmintos parasitos de peixes encontrados na Estação Experimental de Biologia e Piscicultura de Emas, Pirassununga, estado de São Paulo. **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia, Secretaria da Agricultura, SP, Brasil**, v. 17, n. 5, p. 35-52, 1965.

WILLIAMS, H. M.; JONES, A. **Parasitic worms of fish**. London: Taylor & Francis, 1994. 563p.

YAMADA, F. H.; BONGIOVANI, M. F.; YAMADA, P. O. F.; SILVA, R. J. Parasite infracommunities of *Leporinus friderici*: A comparison of three tributaries of the Jurumirim Reservoir in southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 89, n. 2, p.953-963, 2017.

## CAPÍTULO 2- COMPOSIÇÃO E VARIAÇÃO ESPACIAL DAS COMUNIDADES DE PARASITAS DE DUAS ESPÉCIES DE PEIXES DA FAMÍLIA ANOSTOMIDAE EM TRÊS DIFERENTES RIOS DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo o estudo taxonômico e ecológico dos metazoários parasitas de *Leporinus friderici* e *Leporinus obtusidens* coletados nos Rios Mogi Guaçu, Grande e Pardo, pertencentes às Bacias Hidrográficas do Rio Grande. No total, foram coletados 281 exemplares de peixes, sendo 122 *L. obtusidens* e 159 *L. friderici*. Destes, 274 (97,51%) possuíam alguma espécie de parasita, totalizando 4621 espécimes de parasitas de 15 diferentes morfotipos/espécies. Foram identificadas oito morfotipos/espécies de monogeneas (*Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Tereancistrum paranaensis*, *Tereancistrum parvus*, *Jainus leporini*, *Urocleidodes naris* e *Urocleidodes paradoxus*), duas de digenéticos (*Clinostomum* sp. 1 e *Clinostomum* sp. 2), três nematódeos: *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Rhabdochona* sp. e juvenis de *Contraecaecum* sp., e dois crustáceos (*Gamispatulus schizodontis* e um de Isopoda). Das 15 espécies de parasitas identificadas, 12 delas eram comuns aos dois hospedeiros, demonstrando um grande grau de similaridade. Os maiores valores de prevalência e abundância foram encontrados entre as espécies de monogeneas e do endoparasita *P. (S.) inopinatus*. Os maiores valores de dominância foram observados para *U. paradoxus* e *R. arietinus* em *L. friderici*, como espécies com maiores prevalência e abundância. Não houve correlação do sexo com a abundância parasitária. Foi observada correlação negativa entre abundância de *Rhinoxenus nyttus* e comprimento padrão e peso de *L. friderici*. Ainda, foi observada correlação negativa entre comprimento padrão/peso e abundância parasitária de *J. leporini*, *U. paradoxus* e *T. parvus* em *L. obtusidens*. No Rio Grande, foi observada correlação negativa entre comprimento padrão de *L. friderici* e abundância parasitária de *Jainus leporini* e correlação negativa entre abundância de *Rhinoxenus arietinus* e *Gamispatulus schizodontis* e peso e comprimento total de *L. obtusidens*. Os exemplares de *L. obtusidens* coletados no Rio Grande apresentaram a maior diversidade de parasitas (n=14), enquanto a menor diversidade foi observada em *L. friderici* (n=10) do mesmo rio. As espécies de parasitas mais abundantes foram *U. paradoxus* e *J. leporini*, porém não foram dominantes. Dentro das localidades, os hospedeiros diferiram entre si quanto a abundância parasitária, com exceção do Rio Pardo onde não houve diferença significativa entre as espécies coletadas. Os resultados também mostraram diferença de abundância parasitária dos hospedeiros analisados nas diferentes localidades. O PERMDISP mostrou diferença na dispersão parasitária entre as localidades, exceto entre Rios Grande e Pardo. *L. obtusidens* apresentou maior diversidade parasitária que *L. friderici*. Observou-se que a similaridade aumentou com a distância, porém esses valores não significam uma diferença real.

**Palavras-chave:** ecologia parasitária; água doce; índices ecológicos; piau; piapara; similaridade; Permanova; Primer.



## CHAPTER 2 - COMPOSITION AND SPACIAL VARIATION OF THE PARASITARY COMMUNITY OF TWO FISH SPECIES OF ANOSTOMIDAE FAMILY IN THREE DIFFERENT RIVERS OF THE SOUTHEASTERN REGION OF BRAZIL

**ABSTRACT-** This research aimed the taxonomic and ecological study of the metazoa parasitism of *Leporinus friderici* and *Leporinus obtusidens* collected in the Mogi Guaçu, Grande and Pardo rivers belonging to the Grande River Basin. In total, 281 specimens of fish were collected, of which 122 *L. obtusidens* and 159 *L. friderici*. Of the fish examined, 274 (97.51%) were parasitized by some species of parasite. There were 4621 specimens of parasites collected from 15 different morphotypes / species. Were identified eight morphotypes/species of monogeneans (*Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Tereancistrum paranaensis*, *Tereancistrum parvus*, *Jainus leporini*, *Urocleidodes naris* and *Urocleidodes paradoxus*), two of digeneans (*Clinostomum* sp.1 and *Clinostomum* sp. 2) three nematodes: *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Rhabdochona* sp. and juveniles of *Contraecum* sp., and two crustaceans (*Gamispatulus schizodontis* and one of Isopoda). Of the 15 species of parasites identified, 12 of them were common to the two species of hosts, demonstrating a great degree of similarity. Among the parasites identified in the fish of the genus *Leporinus*, the species of monogeneans were the ones with the highest abundance and prevalence, only five species of endoparasites were identified, however *P. (S.) inopinatus* presented great values of prevalence and abundance. The highest values of prevalence and abundance were found among species of monogeneans *U. paradoxus* and *R. arietinus* and of endoparasite *P. (S.) inopinatus*. There was no correlation between sex and parasite abundance. Negative correlation was observed between abundance of *Rhinoxenus nyttus* and medium standard and weight of *L. friderici*. Also, a negative correlation was observed between the standard/weight and the parasite abundance of *J. leporini*, *U. paradoxus* and *T. parvus* in *L. obtusidens*. In Grande river, a negative correlation was observed between the high pattern of *L. friderici* and the parasite abundance of *J. leporini* and negative correlation between abundance of *Rhinoxenus arietinus* and *Gamispatulus schizodontis* and total weight of *L. obtusidens*. The *L. obtusidens* specimens collected in Grande river presented a higher diversity of parasites (n = 14), while the lowest diversity was observed in *L. friderici* (n = 10) from the same river. The most abundant species of parasites were *U. paradoxus* and *J. leporini*, but they were not dominant. Within the localities, the hosts differed as to parasitic abundance, except for the Pardo river where there were no significant differences between species collected. The results are also reported by parasite abundance of the analyzed hosts in the different localities. The PERMDISP showed to be different in the parasitic dispersion among localities, except between Grande and Pardo rivers. *Leporinus obtusidens* presented higher parasite diversity than *L. friderici*. It was observed that a similarity increased with distance, but these values do not mean a real difference.

**Keywords:** Parasitic ecology; Fresh water; Ecological indexes; Piau; Piapara; similarity; Permanova; Primer.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da biodiversidade parasitária é fundamental, uma vez que o parasitismo tem um importante papel nos ecossistemas, regulando a abundância ou densidade das populações de hospedeiros, estabilizando as cadeias alimentares e estruturando as comunidades animais. Assim, o bom conhecimento da diversidade de parasitas, e se está havendo ou não um declínio desta é crucial para o manejo e conservação ambiental (LUQUE; POULIN, 2007).

Os principais impactos no ambiente são causados pela ação da atividade antropogênica que é responsável por mudanças nos ecossistemas, principalmente de rios, seja por construção de usinas e reservatórios, poluição, agricultura extensiva e desmatamento das margens (NILSSON et al. 2005; YAMADA et al., 2017). Os impactos da ação humana podem resultar no aparecimento de espécies invasoras e generalistas, alteração no sedimento e matéria orgânica dos leitos dos rios que reflete nas cadeias alimentares e conseqüentemente nas espécies endêmicas de peixes e suas comunidades parasitárias, fragmentação do habitat e perdas econômicas, principalmente na pesca, devido a alteração da sazonalidade e da oferta das espécies de peixes (LEES et al.; 2016).

As espécies selecionadas para a realização desta pesquisa pertencem à Família Anostomidae e estão amplamente presentes nos rios do estado de São Paulo e Minas Gerais, são elas: *Leporinus obtusidens* (Velenciennes, 1836), a piapara; e *Leporinus friderici* (BLOCH, 1794), o piau três pintas. Algumas espécies desta família fazem migrações anuais sendo exploradas por pescadores profissionais, pesca de subsistência e aquicultura como importante fonte de proteína na dieta de parte da população da América do Sul (GARAVELLO; BRITSKI, 2003).

As comunidades parasitárias representam bons modelos para a investigação de taxas de declínio da similaridade com o aumento da distância entre as populações hospedeiras, pois as comunidades podem ser amostradas em sua totalidade, permitindo que todos os espécimes de todas as espécies sejam quantificados, além do sistema ser comprovadamente afetado tanto pela distância geográfica e filogenética entre as populações hospedeiras (POULIN, 2003; ROSIM, 2010).

Poucos estudos testaram a hipótese de declínio da similaridade entre comunidades parasitárias com o aumento da distância geográfica e filogenética entre populações de peixes (POULIN; MORAND, 1999; POULIN, 2003; OLIVA; GONZALEZ, 2005; FELLIS; ESCH, 2005a; 2005b; SEIFERTOVA et al., 2008; PEREZ-DEL-OLMO et al., 2009; TIMI; LANFRANCHI; ETCHEGOIN, 2009; ROSIM, 2010), e este estudo é o primeiro a ser realizado com espécies da Família Anostomidae e em rios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande está situada na região sudeste do Brasil, com uma área de drenagem com mais de 143 mil km<sup>2</sup> e abrangendo cerca de 393 municípios. A abrangência da bacia hidrográfica garante a ela uma diversidade de ambientes, desde os típicos da Região Centro-Oeste, como os cobertos por vegetação de cerrado, até áreas montanhosas e típicas da costa Sudeste do Brasil, com perímetros de Mata Atlântica. Entre os rios que compõe a Bacia do Rio Grande, no Estado de São Paulo, há grande destaque ao próprio Rio Grande, Rio Pardo e Rio Mogi-Guaçu devido a sua importância econômica no abastecimento de água a população, indústrias, atividade agropecuária e pesqueira (CBH, 2016). Apesar da sua importância, os rios dessa bacia são poucos explorados para estudos que analisem sua fauna íctica e seus componentes, como as comunidades parasitárias, e principalmente, que analisem como as diferenças dos ambientes e da ação do homem podem impactar na sua dinâmica ecológica.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e analisar a variação espacial das comunidades de metazoários de *L. friderici* e *L. obtusidens* capturados em diferentes rios das Bacias do Rio Grande nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os peixes foram coletados com auxílio de tarrafas com malhas de tamanhos variados e vara de pescar, nos 3 pontos de coletas, Rio Pardo (21°05'55.1"S 47°45'45.2"W), Rio Mogi-Guaçu (21°55'39.2"S 47°22'23.9"W) e Rio Grande (20°17'46.6"S 49°11'04.4"W) nos municípios de Ribeirão Preto-SP, Pirassununga-SP e Fronteira-MG (divisa do estado de São Paulo e Minas Gerais), respectivamente (Figura 1). As espécies coletadas em cada ponto de coleta estão representadas na Tabela 1.



**Figura 1.** Localização dos pontos de coletas do presente estudo nos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. A: Rio Mogi Guaçu no município de Pirassununga-SP (21°55'39.2"S 47°22'23.9"W). B: Rio Pardo no município de Ribeirão Preto-SP (21°05'55.1"S 47°45'45.2"W). Ponto C: Rio Grande no município de Fronteira-MG (20°17'46.6"S 49°11'04.4"W). Distância entre os pontos através do leito dos rios: A e B: 304 km; A e C: 477 km; B e C: 312,6 km. Jaboticabal, 2017.

**Tabela 1.** Espécies de peixes coletadas nos Rios Grande, Pardo e Mogi-Guaçu.

	<i>L. friderici</i>	<i>L. obtusidens</i>	<b>Total</b>
Rio Grande	42	43	85
Rio Pardo	53	41	94
Rio Mogi-Guaçu	64	38	102
<b>Total</b>	159	122	<b>281</b>

Para o presente estudo foram examinados 281 peixes, sendo 122 piaparas (*Leporinus obtusidens*) e 159 piaus três pintas (*Leporinus friderici*). Os peixes foram

colocados individualmente em sacos plásticos e acondicionados em caixas de isopor contendo gelo, para assegurar boas condições do material e o transporte até o laboratório de Parasitologia do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV). No laboratório, foram realizadas biometria, determinação do sexo e identificação segundo os manuais de identificação de Britski et al. (1988; 1999), Britski, Birindelli e Garavello (2012) e Barbieri e Garavello (1981) que levam em consideração a dentição, formato da cabeça e número de escamas na linha lateral. Para análise parasitológica e identificação dos parasitas foram utilizadas as técnicas descritas e recomendadas por Eiras, Takemoto e Pavanelli (2006).

A identificação de alguns parasitas foi possível a partir de consulta à bibliografia especializada. Para a identificação das monogeneas, foram consultados os trabalhos de Kritsky, Boeger e Thatcher (1988), Guidelli et al. (2006, 2011), Takemoto et al. (2009), Abdallah, Azevedo e Luque (2012) e Cohen, Justo e Kohn (2013). A identificação das espécies de Nematoda foi baseada na classificação de Moravec (1998) e para determinação das espécies de Crustacea foi utilizado o trabalho de referência de Thatcher e Boeger (1984).

Os indicadores de infecção/infestação como prevalência, intensidade média e abundância média foram calculados para as espécies de parasitas encontradas nos peixes estudados. A terminologia ecológica empregada está de acordo com Bush et al. (1997).

Para análise das infracomunidades obtidas foram determinados os seguintes parâmetros, riqueza de espécies, Índice de diversidade de Brillouin e Índice de dominância de Simpson e o índice de Equitabilidade de Pielou, o qual seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). (PIELOU, 1966; MAGURRAN, 2004). A partir dos resultados obtidos para cada um dos índices, foram calculados a média e desvio padrão para cada espécie de hospedeiro nos diferentes rios.

Após a confirmação da normalidade de distribuição dos dados pelo teste de Bartlett e/ou de Shapiro-Wilks, as médias foram comparadas por análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey sendo considerado o valor de significância para todos os testes de  $p < 0,05$ . Todas as análises foram feitas utilizando o software R

version 3.4.0 (2017-04-21). Os efeitos do comprimento padrão e peso do hospedeiro nos descritores de comunidade foram avaliados usando o coeficiente de correlação de postos de Spearman ou Pearson, em dependência da distribuição dos valores, para as espécies e grupos com prevalência maior que 10% (ZAR, 2010).

Comparações de diversidade entre locais de coleta e espécies de hospedeiro foram realizadas pelo teste PERMANOVA (ANDERSON, 2001; McARDLE; ANDERSON, 2001). Testes de homogeneidade de dispersão multivariada permutacional (PERMDISP) foram realizados para testar a hipótese nula de não diferenças de dispersão entre os grupos formados pelos fatores com efeitos significativos em PERMANOVA (ANDERSON et al., 2008). As análises estatísticas foram realizados com PRIMER v7 (CLARKE; GORLEY, 2006) e PERMANOVA+ para PRIMER (ANDERSON et al., 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 281 peixes examinados, 274 (97,51%) possuíam alguma espécie de parasita. Dados da biometria, sexo e prevalência de peixes parasitados são apresentados na Tabela 2. No total foram coletados 4621 espécimes de parasitas de 15 diferentes morfotipos/espécies nos peixes provenientes dos rios da bacia do Rio Grande. Foram identificadas oito morfotipos/espécies de monogêneas, *Rhinoxenus arietinus* e *Rhinoxenus nyttus*, parasitas de narina, *Protorhinoxenus prochilodi*, parasita de tegumento, *Tereancistrum paranaensis*, *Tereancistrum parvus*, *Jainus leporini*, e *Urocleidodes paradoxus*, parasitas de brânquias, e *Urocleidodes naris*, parasita de narina e brânquias. Duas espécies de digenéticos, *Clinostomum* sp. 1 e *Clinostomum* sp. 2, localizados em tecido subepitelial e intestino, respectivamente, três nematódeos no trato digestório: *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*, *Rhabdochona* sp. e juvenis de *Contraecaecum* sp., e dois crustáceos, *Gamispatulus schizodontis* parasitando as narinas e um Isopoda no tegumento.

Os valores de prevalência e abundância média  $\pm$  desvio padrão (D.P.) de cada espécie de parasita encontrado em *L. friderici* e *L. obtusidens* nos rios Mogi Guaçu, Pardo e Grande são apresentados na Tabela 3.

A espécie *J. leporini* representa o primeiro registro em *L. friderici* e *L. obtusidens* bem como a primeira ocorrência nos rios estudados, já que essa espécie só havia sido registrada anteriormente em uma espécie de peixe da família Anostomidae, *L. copelandii* no rio Guandu (ABDALLAH; AZEVEDO; LUQUE, 2012; COHEN; JUSTO; KOHN, 2013). O parasita *T. parvus* e *U. paradoxus* é pela primeira vez registrado em rios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, sendo antes somente identificado em brânquias de peixes dos Rios Paraná e Solimões (KRITSKY; THATCHER; KAYTON; 1980; KRITSKY; GUIDELLI et al., 2006; TAKEMOTO et al., 2009; COHEN; JUSTO; KOHN, 2013).

Em relação a *T. paranaenses*, este estudo representa o primeiro registro em *L. friderici* e *L. obtusidens* e nos Rios Mogi Guaçu, Grande e Pardo, uma vez que esse parasito só havia sido diagnosticado em *Schizodon borelli* no Rio Paraná (KARLING et al., 2014). O parasita de narinas *U. naris* é pela primeira vez registrado em uma espécie de peixe da Família Anostomidae e nos rios da bacia estudada. Essa espécie havia sido descrita parasitando *Hoplias malabaricus* em outras bacias hidrográficas (ROSIM; MENDOZA-FRANCO; LUQUE, 2011). Quanto a *R. arietinus*, esta espécie já foi encontrada em diversas espécies de peixes, inclusive *L. friderici* e *L. obtusidens*, mas somente agora foi registrada em rios da bacia objeto deste estudo, enquanto *R. nyttus* é pela primeira vez descrito nestes hospedeiros e nos Rios Pardo e Grande (KRITSKY; BOEGER; THATCHER, 1988; GUIDELLI et al., 2006; 2011; TAKEMOTO et al., 2009; COHEN; JUSTOS; KOHN, 2013). A espécie *P. prochilodi* é pela primeira vez identificada em *L. friderici* e *L. obtusidens* bem como nos três locais de coleta, anteriormente só havia registro deste parasita em outros hospedeiros como *Prochilodus lineatus* no Rio Paraná (CUGLIANNA; CORDEIRO; LUQUE, 2009).

**Tabela 2.** Peso médio, comprimento médio, sexo e prevalência de peixes parasitados das espécies de peixes da Família Anostomidae coletados em diferentes rios da Bacia do Rio Grande no período entre outubro de 2013 a abril de 2016.

Local/Hospedeiro	n	Peso médio±DP (g)	Comprimento total médio±DP (cm)	Fêmeas	Machos	Prevalência de parasitismo
<b>Rio Mogi Guaçu</b>	<b>102</b>					
<i>Leporinus friderici</i>	64	224,11±134,73	25,16±4,08	39,06%	60,84%	98,43%
<i>Leporinus obtusidens</i>	38	472,5±151,7	32,33±3,24	39,47%	60,53%	97,43%
<b>Rio Grande</b>	<b>85</b>					
<i>Leporinus friderici</i>	42	423,5±96,42	31,28±3,21	35,71%	64,29%	97,61%
<i>Leporinus obtusidens</i>	43	351,4±66,46	28,41±1,98	41,86%	58,14%	97,67%
<b>Rio Pardo</b>	<b>94</b>					
<i>Leporinus friderici</i>	53	174±57,6	23,1±2,53	47,16%	52,84%	98,11%
<i>Leporinus obtusidens</i>	41	332,5±68,97	29,5±2,23	51,21%	48,79%	95,12%
<b>TOTAL</b>	<b>281</b>	-	-	-	-	-



**Tabela 3.** Parasitas de *Leporinus friderici* e *Leporinus obtusidens* em três diferentes rios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, de prevalência (P) e abundância média + desvio padrão (AM + DP).

	Rio Mogi Guaçu				Rio Pardo				Rio Grande			
	P (%)		AM±DP		P (%)		AM±DP		P (%)		AM±DP	
Monogenea	LF	LO	LF	LO	LF	LO	LF	LO	LF	LO	LF	LO
<i>Tereancistrum parvus</i>	53,12	76,31	0,75±1,07	1,63±1,55	43,39	39,02	0,79±1,21	0,78±1,23	38,09	69,77	0,66±1,37	0,88±0,73
<i>Jainus leporini</i>	68,75	86,84	1,29±1,19	8,31±10,92	86,79	70,73	4,86±5,45	3,21±3,74	52,38	76,74	1,26±2,02	1,53±1,38
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	90,62	89,47	5,40±8,23	6,63±5,16	90,56	75,61	9,17±11,83	3,05±4,41	71,43	69,77	2,16±3,19	1,76±1,74
<i>Tereancistrum paranaensis</i>	43,75	47,37	0,59±0,79	0,81±1,11	32,07	34,15	0,37±0,59	0,44±0,67	-	25,58	---	0,25±0,44
<i>Urocleidoides naris</i>	42,19	52,63	0,59±0,86	0,92±1,21	52,83	29,27	0,71±0,86	0,36±0,62	35,71	37,21	0,47±0,74	0,51±0,76
<i>Rhinoxenus arietinus</i>	65,62	78,95	1,81±2,56	3,26±3,57	54,72	65,85	1,20±1,52	1,31±1,27	76,19	60,46	2,31±2,77	0,97±1,14
<i>Rhinoxenus nyttus</i>	---	---	---	---	30,19	29,27	0,39±0,66	0,36±0,62	35,71	32,55	0,45±0,67	0,41±0,69
<i>Protorhinoxenus prochilodi</i>	3,12	60,52	0,03±0,17	1,07±1,10	33,96	36,58	0,41±0,63	0,70±1,52	14,28	30,23	0,14±0,35	0,34±0,57
<b>Nematoda</b>												
<i>P. (S.) inopinatus</i>	84,37	78,95	3,73±4,50	1,76±1,88	75,47	65,85	2,07±2,12	1,31±1,45	59,52	58,14	1,07±1,42	1,09±1,37
<i>Rhabdochona</i> sp.	10,94	2,63	0,54±3,06	0,02±0,16	---	---	---	---	-	2,32	---	0,02±0,15
<i>Contraecaecum</i> sp.	15,62	39,47	0,67±2,74	0,86±1,52	15,09	2,44	0,45±1,47	0,02±0,15	30,95	2,32	3,26±16,03	0,04±0,30
<b>Digenea</b>												
<i>Clinostomum</i> sp. 1	7,81	21,05	1,26±8,43	0,81±2,90	15,09	4,88	0,56±2,90	0,17±0,77	---	---	---	---
<i>Clinostomum</i> sp. 2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23,25	---	0,28±9,54
<b>Crustacea</b>												
<i>Gamispatulus schizodontis</i>	---	2,63	---	0,05±0,32	1,89	19,51	0,01±0,13	0,24±0,53	45,24	74,42	0,78±1,44	1,60±1,76
Isopoda	---	---	---	---	---	2,44	---	0,04±0,31	---	2,32	---	0,02±0,15

Em relação às espécies de nematódeos, *P. (S.) inopinatus* é registrado pela primeira vez nesses hospedeiros nos Rios Pardo e Grande. *Rhabdochona* sp., por sua vez, é novo registro para *L. friderici* e *L. obtusidens* e Rios Pardo e Grande, pois já havia sido encontrado parasitando *L. octofasciatus* no Rio Mogi Guaçu (MESQUITA et al. 2012). As larvas de *Contracecum* sp. são citadas pela primeira vez em peixes dos Rios Pardo e Grande (MORAVEC, 1998; GUIDELLI et al., 2006; 2011; TAKEMOTO et al., 2009; LUQUE et al., 2011).

Já as metacercárias de *Clinostomum* sp. só foram citadas em *S. borelli* no Rio Paraná e *Clinostomum complanatum* em *L. lacustris* no mesmo rio, sendo esse o primeiro registro do gênero *Clinostomum* em *L. friderici* e *L. obtusidens* nos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (MACHADO et al., 1996; GUIDELLI et al., 2006; 2011; TAKEMOTO et al., 2009).

O copépoda *G. schizodontis* já foi encontrado em *L. elongatus*, *L. friderici*, *L. lacustris*, *L. obtusidens*, *S. borelli* e *Schizodon fasciatus* na cavidade nasal e brânquias destes peixes nas bacias dos Rios Amazonas e Paraná, porém é a primeira vez que são descritos parasitando peixes nos Rios Mogi Guaçu, Grande e Pardo (THATCHER; BOEGER 1984; GUIDELLI et al., 2006; 2009; 2011; LACERDA et al., 2007; TAKEMOTO et al., 2009; LUQUE et al., 2013). Apesar de não ter sido registrada nenhuma nova espécie de parasita, todos esses novos registros de hospedeiros e localidades reafirmam a importância da realização de novos estudos em peixes da família Anostomidae em rios ainda não explorados por pesquisas de cunho taxonômico e ecológico, como os Rios Pardo e Grande que foram até o momento pouco estudados.

A riqueza das espécies, índice de diversidade Brillouin, índice de dominância de Simpson e índice de equitabilidade de Pielou dos parasitas identificados em *L. friderici* e *L. obtusidens* capturados no Rio Mogi Guaçu, Rio Pardo e Rio Grande foram determinados e os valores encontrados (média e desvio padrão) estão apresentados na Tabela 4 e 5, bem como os resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey.

Espécies de vertebrados tão próximas filogeneticamente entre si, como as duas espécies de peixes que são estudadas nesta pesquisa, possuem aspectos de biologia e comportamento que fazem semelhantes e, provavelmente, hospedeiras de uma

fauna também semelhante. No entanto, necessitam exibir características diferentes entre si que permitam a sua existência em um mesmo local (GUIDELLI et al., 2006) como diferenças comportamentais, diferenças físicas como a posição da boca e principalmente, do hábito alimentar (BALASSA et al.; 2004), pois diferenças assim refletem na composição e estrutura das suas comunidades parasitárias. Características relativas ao ambiente, padrões e processos espaciais também podem determinar a composição e estrutura de comunidades de parasitas. Assim dentro de determinada área, as comunidades de parasitas de uma mesma espécie hospedeira podem não se comportar da mesma forma em cada local (GUIDELLI et al., 2006).

Entre as espécies analisadas, *L. friderici* coletados no Rio Grande, apresentou a menor diversidade, com 10 espécies de parasitas identificadas e Índice de Brillouin de  $1,68 \pm 0,65$ . Em contrapartida, *L. obtusidens* coletados no mesmo rio apresentaram a maior diversidade observada, com riqueza parasitária de 14 e índice de Brillouin de  $1,09 \pm 0,2$ . A análise do teste de Tukey mostrou que *L. obtusidens* possui maior diversidade de espécies (Índice de Brillouin) do que *L. friderici* em cada um dos pontos de coleta. Quanto ao índice de dominância Simpson, os valores variaram entre 0,25 (DP=0,13) e 0,38 (DP=0,17) indicando baixa dominância e diversidade elevada, sendo o menor valor encontrado em *L. obtusidens* do Rio Grande e o maior valor em *L. friderici* do Rio Mogi Guaçu. A análise do teste de Tukey mostrou que *L. friderici* possui maior dominância de espécies do que *L. obtusidens* em cada um dos pontos de coleta. Quanto ao Índice de Equitabilidade de Pielou, somente no Rio Pardo o valor de *L. obtusidens* foi maior que *L. friderici* pelo teste de Tukey, nos outros rios não houve diferença significativa entre os hospedeiros pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ), também foi observada diferença significativa teste de Tukey entre os três rios quanto levado em considerado o total de hospedeiros de cada um dos locais.

As comunidades de parasitas de *L. friderici* e *L. obtusidens* apresentaram um número razoável de táxons, já que Guidelli (2006) identificou em quatro espécies de hospedeiros do gênero *Leporinus*, um alto número de táxons, 27 espécies de ecto e endoparasitas. Normalmente um baixo número total de espécies de endoparasitas nas comunidades componentes reflete uma pequena amplitude da dieta das espécies hospedeiras e o pouco contato dos hospedeiros susceptíveis às formas infectantes destas espécies de parasitas. A ocorrência de cinco espécies endoparasitas sendo a

de *P. (S.) inopinatus* com prevalência superior a 50% entre todos os hospedeiros nos três rios diferem dos resultados encontrados por Machado et al. (1996) e Guidelli (2006) que estudaram outras espécies de anostomídeo no Rio Paraná e observaram entre todas as espécies de endoparasitas, prevalência menor que 10%. A riqueza de endoparasitas nas infracomunidades também mostrou uma distribuição diferente do que observado por Machado et al. (1996) que identificaram no máximo duas espécies em uma mesma infracomunidade. Nas duas espécies de hospedeiros deste estudo foram observadas na maioria dos hospedeiros, mais de duas espécies de endoparasitas, sendo encontradas até quatro espécies. É possível que essa riqueza das infracomunidades de *Leporinus* sejam controladas por fatores semelhantes, que possibilitam a infecção por poucas espécies, seja uma característica de anostomídeos e até de peixes com tendências a dietas pouco variadas, como discutido por alguns autores que comentam que hábitos alimentares com tendência à herbívoros, em geral, geram infracomunidades de endoparasitas pobres e com baixas prevalências (CHOUHURY; DICK, 2000; HAHN et al., 2004).

As infracomunidades de ectoparasitas foram, em média, mais ricas e mais diversas do que as de endoparasitas, mas também variaram muito em número de indivíduos e espécies. A diversidade de espécies é bem relativa, pode ser considerada baixa quando comparada às espécies como *Pygocentrus nattereri*, piranha vermelha, que possui mais de 47 espécies de metazoários identificados e é conhecida como uma das espécies de peixes amazônicos com maior diversidade parasitária (MORAIS, 2012) ou alta quando comparada a *Schizodon nasutus* que teve somente uma espécie de endoparasita até o momento identificada (TAKEMOTO et al., 2009).

**Tabela 4.** Comparação da média e desvio padrão dos Índices ecológicos de *Leporinus friderici* e *Leporinus obtusidens* coletados em diferentes rios da Bacia Hidrográfica do rio Grande no período entre outubro de 2013 a abril de 2016. (p = nível de significância).

Hospedeiro	Riqueza de espécies	Índice de diversidade Brillouin	Índice de diversidade de Margalef	Índice de dominância de Berger-Parker	Índice de dominância de Simpson	Índice de diversidade de Simpson	Índice de Equabilidade de Pielou
<b>Rio Mogi Guaçu</b>							
<i>Leporinus friderici</i>	11	0,91±0,31 <sup>Aa</sup>	1,54±0,46 <sup>Aa</sup>	0,62±0,81 <sup>Aa</sup>	0,38±0,17 <sup>Aa</sup>	3,07±1,11 <sup>Aa</sup>	0,81±0,14 <sup>Aa</sup>
<i>Leporinus obtusidens</i>	12	1,18±0,32 <sup>Ba</sup>	1,79±0,44 <sup>Ba</sup>	0,42±0,17 <sup>Ba</sup>	0,30±0,15 <sup>Ba</sup>	3,81±1,33 <sup>Ba</sup>	0,81±0,09 <sup>Aa</sup>
<b>Rio Grande</b>							
<i>Leporinus friderici</i>	10	0,90±0,31 <sup>Aa</sup>	1,68±0,65 <sup>Aa</sup>	<b>0,43±0,19<sup>Aa</sup></b>	<b>0,33±0,15<sup>Aa</sup></b>	3,57±1,57 <sup>Aa</sup>	0,88±0,13 <sup>Ab</sup>
<i>Leporinus obtusidens</i>	14	1,09±0,24 <sup>Bab</sup>	2,09±0,46 <sup>Bb</sup>	0,33±0,15 <sup>Ba</sup>	0,25±0,13 <sup>Ba</sup>	4,58±1,42 <sup>Ba</sup>	0,92±0,05 <sup>Ab</sup>
<b>Rio Pardo</b>							
<i>Leporinus friderici</i>	12	0,97±0,28 <sup>Aa</sup>	1,61±0,52 <sup>Aa</sup>	0,48±0,16 <sup>Aa</sup>	0,36±0,11 <sup>Aa</sup>	3,15±1,17 <sup>Aa</sup>	0,80±0,15 <sup>Aa</sup>
<i>Leporinus obtusidens</i>	13	0,96±0,39 <sup>Ab</sup>	1,74±0,53 <sup>Ba</sup>	0,42±0,22 <sup>Ba</sup>	0,34±0,22 <sup>Ba</sup>	3,56±1,53 <sup>Ba</sup>	0,88±0,18 <sup>Bb</sup>
<b>p (rios)<sup>1</sup></b>		0,31	0,001*	0,001*	0,002*	0,0008*	0,0000008*
<b>p (espécies)<sup>2</sup></b>		0,00001*	0,00003*	0,00001*	0,00001*	0,00001*	0,003*
<b>P (rios x espécies)</b>		0,008*	0,06	0,85	0,43	0,32	0,028*

<sup>1</sup> inclui todos os hospedeiros deste local. Rio Mogi Guaçu (n=102), Rio Grande (n=85) e Rio Pardo (n=94).

<sup>2</sup> inclui os hospedeiros dos 3 locais de coleta. *Leporinus friderici* (n=159) e *Leporinus obtusidens* (n=122).

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre as espécies no local.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa da espécie entre os rios.

\*diferença significativa pelo Teste de Tukey's (p<0,05).

**Tabela 5.** Comparação das médias e desvios padrão dos Índices ecológicos entre hospedeiros e locais de *Leporinus friderici* e *Leporinus obtusidens* coletados nos Rios Mogi Guaçu, Rio Grande e Rio Pardo da Bacia Hidrográfica do Rio Grande no período entre outubro de 2013 a abril de 2016. (p = nível de significância).

Hospedeiro	N	Índice de diversidade Brillouin	Índice de diversidade de Margalef	Índice de dominância de Berger-Parker	Índice de dominância de Simpson	Índice de diversidade de Simpson	Índice de Equabilidade de Pielou
Rio Mogi-Guaçu	102	1,01±0,34 <sup>a</sup>	1,63±0,47 <sup>a</sup>	0,55±0,65 <sup>a</sup>	0,35±0,17 <sup>a</sup>	3,34±1,24 <sup>a</sup>	0,81±0,13 <sup>a</sup>
Rio Grande	85	0,99±0,32 <sup>a</sup>	1,93±0,62 <sup>b</sup>	0,38±0,17 <sup>b</sup>	0,29±0,15 <sup>b</sup>	4,08±1,52 <sup>b</sup>	0,90±0,10 <sup>b</sup>
Rio Pardo	94	0,96±0,33 <sup>a</sup>	1,66±0,53 <sup>a</sup>	0,46±0,19 <sup>a</sup>	0,35±0,17 <sup>a</sup>	3,33±1,34 <sup>a</sup>	0,86±0,13 <sup>c</sup>
<i>Leporinus friderici</i>	159	0,93±0,30 <sup>A</sup>	1,60±0,54 <sup>A</sup>	0,52±0,53 <sup>A</sup>	0,36±0,15 <sup>A</sup>	3,23±1,24 <sup>A</sup>	0,82±0,14 <sup>A</sup>
<i>Leporinus obtusidens</i>	122	1,07±0,35 <sup>B</sup>	1,91±0,52 <sup>B</sup>	0,39±0,18 <sup>B</sup>	0,29±0,17 <sup>B</sup>	4,00±1,49 <sup>B</sup>	0,88±0,09 <sup>B</sup>
<b>p (rios)</b>		0,31	0,001*	0,001*	0,002*	0,0008*	0,0000008*
<b>p (espécies)</b>		0,00001*	0,00003*	0,00001*	0,00001*	0,00001*	0,003*

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre as espécies no local.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre os rios na mesma espécie.

\*diferença significativa pelo Teste de Tukey's (p<0,05).

Segundo Rohde et al. (1995), a comparação de indivíduos hospedeiros e o encontro de um número muito menor de indivíduos e espécies de parasitas em alguns hospedeiros do que em outros, pode demonstrar a ocorrência de nichos vagos. Assim, as infracomunidades seriam pouco ordenadas e determinadas por diferentes graus de exposição dos hospedeiros à infecção. Isto indica que a maioria das infracomunidades poderia abrigar tanto mais espécies quanto mais indivíduos parasitas. A evidência de disponibilidade de nichos pode ser reforçada pela ausência de dominância de espécies. Segundo Morand et al. (1999) isto implica em baixa exploração do peixe como um recurso pelos parasitas. A média de riqueza/diversidade de parasitas diferiu entre os hospedeiros, com *L. obtusidens* tendo infracomunidades significativamente mais ricas do que *L. friderici*, com exceção dos peixes do Rio Pardo onde não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) no índice de diversidade Brillouin. Já pelo SIMPER observou-se que houve diferença na dispersão parasitária entre as localidades, exceto entre Rios Grande e Pardo, o que fica muito nítido quando se analisa os dados brutos de abundância.

A riqueza é uma característica que pode estar relacionada à amplitude espacial alcançada por uma espécie hospedeira (DOGIEL, 1961). Os indivíduos de *L. obtusidens* podem ter esse maior potencial para abrigar faunas de ectoparasitas, em média, mais ricas devido ao seu comportamento de grande migradora. O sexo parece não ser determinante ou muito importante para a riqueza e diversidade das infracomunidades nos dois hospedeiros. A ausência de relação entre o sexo dos hospedeiros e a diversidade ou a riqueza de parasitas parece ser um padrão, pois foi também observada para outras espécies de peixes (LIZAMA, 2003; MACHADO et al., 2000; GUIDELLI, 2006). As espécies que dominaram mais frequentemente as infracomunidades têm maiores prevalências, como esperado já que a frequência foi positivamente relacionada à abundância. Mas não foi registrado um padrão de dominância por determinada espécie nas infracomunidades já que a maioria das infracomunidades foram dominadas por diferentes espécies, inclusive de baixa frequência, dando um caráter instável às infracomunidades. As dominâncias compartilhadas entre congêneras e espécies de mesmos microhabitats podem ser sugestivas de ausência de ou pouca competição.

A maioria das mais altas abundâncias foi observada para as espécies mais frequentes como observado também por Guidelli (2006). As relações positivas entre abundância e distribuição, representada pela frequência com que as espécies ocorrem nos diferentes habitats, podem ser consideradas uma regra na natureza, não como um produto da amostragem, mas por uma propriedade intrínseca das espécies (HANSKI, 1982; NEE et al. 1991). Para parasitas, esse tipo de relação foi encontrado por Bush e Holmes (1986); Salgado-Maldonado e Kennedy (1997); Rohde et al. (1995) e Morand e Guégan (2000) em hospedeiros de diferentes grupos taxonômicos. O padrão observado por esses autores também se aplica aos parasitas das espécies de *Leporinus*, com a maioria das espécies mais abundantes parasitando maior número de indivíduos hospedeiros e pode indicar que, em geral, as taxas de colonização de novos indivíduos hospedeiros aumentam proporcionalmente ao tamanho das populações de parasitas. Esse padrão entre parasitas deve ser gerado se tanto a alta prevalência quanto a alta abundância ocorrerem devido à uma grande disponibilidade de estágios infectantes, como sugerido por Rohde et al. (1995).

Algum tipo de especificidade poderia garantir altas abundâncias, pois segundo Poulin e Mouillot (2003; 2005), parasitas específicos necessitam investir menos em evasão do sistema imune e podem investir mais em altas abundâncias. Além disso, a especificidade pode garantir um elevado grau de especialização para o encontro do hospedeiro apropriado o que levaria a altas prevalências. Algumas das espécies de ectoparasitas observadas neste trabalho como também observadas em Guidelli (2006) com altas prevalência e abundância podem ter especificidade à família Anostomidae, como as monogeneas *R. arietinus*, *R. nyttus*, *U. paranaensis*, *U. paradoxus*, *J. leporini*, *T. naris* e *T. parvus* (KOHN; COHEN, 1998) e o copépoda *G. schizodontis* (THATCHER, 2006). Ainda, para estarem amplamente distribuídos na população de hospedeiros, os parasitas necessitam estar aptos para, além de evadir às respostas imunes da espécie, resistir de forma efetiva a variações individuais na imunocompetência.

Devido ao pequeno número de espécies de hospedeiros estudado e ao parentesco próximo dessas espécies, as medidas de especificidade existentes não são apropriadas (ROHDE, 1980; POULIN; MOUILLOT, 2003; POULIN; MOUILLOT, 2005). Mas é possível verificar quais hospedeiros proporcionam maiores taxas de



infecções/infestações, o que pode constituir uma medida de preferência (POULIN 1998; LYMBERY, 1989). A maioria dos parasitas mostra tendências na maneira como utilizam as espécies hospedeiras ou no sucesso da infecção/infestação em cada uma delas, representado pela sua abundância. Essas tendências devem se dar por diferenças na susceptibilidade do hospedeiro, que podem ocorrer mesmo entre congêneras (KNOPF; MAHNKE, 2004), por respostas diferenciais por parte dos parasitas ao ambiente hospedeiro ou, segundo Rohde (1993), pelos requerimentos ecológicos ou características desses hospedeiros. De acordo com Poulin (1998) uma forma de avaliar essas tendências e quais hospedeiros são preferenciais dentro de um espectro de apropriados é a representação gráfica e ordenação das abundâncias de um parasita em seus diferentes hospedeiros. Neste trabalho, das 15 espécies de parasitas identificadas nos hospedeiros, 12 espécies eram comuns entre as duas espécies de *Leporinus*, mas houveram abundâncias diferentes em cada uma delas. Sabe-se que para a infecção/infestação ocorrer existem dois requisitos fundamentais: possibilidades de encontro e compatibilidade com o hospedeiro (COMBES, 1991). Como as duas espécies estudadas aqui são próximas taxonomicamente, o que sugere microambientes semelhantes para as espécies de parasitas (POULIN, 1992), a compatibilidade pode garantir o estabelecimento das espécies em todos os hospedeiros e os fatores ecológicos poderiam influenciar nas taxas de encontro e na “preferência” observada. Segundo Poulin (1998), para se avaliar a preferência, a densidade das populações de hospedeiros no ambiente é um fator que deve ser considerado, pois populações formadas por grande número de indivíduos proporcionam maiores taxas de encontro. No presente trabalho, os maiores valores de abundância média nos rios Mogi Guaçu e Pardo foram de *U. paradoxus* e *J. leporini* em *L. friderici* e *L. obtusidens*, respectivamente. Já no rio Grande, a maior abundância média foi de *Contracaecum* sp. em *L. friderici* e *U. paradoxus* em *L. obtusidens*.

Para todas espécies e locais estudados, não houve correlação com o sexo e a abundância parasitária encontrada.

O comprimento e conseqüentemente o peso do peixe pode ser considerado um reflexo da sua idade, constituindo um dos fatores mais influentes na variação das infrapopulações parasitárias e na acumulação de parasitas ao longo de sua vida (SHOTTER, 1973; ALVES; LUQUE, 2001). No presente trabalho a maioria das

espécies não mostraram correlação entre o comprimento padrão/peso e a abundância pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ). Dentre os metazoários parasitas encontrados em *L. friderici* apenas *Rhinoxenus nyttus*, parasita de narina, apresentou correlação negativa entre comprimento padrão e peso e a abundância parasitária, pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ). Ainda no Rio Pardo, foi observada pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ) entre comprimento padrão/peso e abundância parasitária de *J. lepori*, *U. paradoxus* e *T. parvus* em *L. obtusidens*. Entre os peixes coletados do Rio Grande, *Leporinus friderici* apresentou correlação negativa entre comprimento padrão e abundância parasitária de *Jainus leporini*, com diferença estatística significativa pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ). Enquanto que em *Leporinus obtusidens*, capturados também no Rio Grande, foi encontrada correlação negativa entre comprimento padrão, peso e as espécies de monogenea de narina *Rhinoxenus arietinus* e o copépoda de narina *Gamispatululus schizodontis*, pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ )

Machado et al. (1996) trabalhando com a influência do comprimento nas comunidades endoparasitárias de *P. corruscans* encontraram uma correlação positiva entre comprimento do hospedeiro e prevalência para duas espécies de parasitas e encontraram relação positiva entre comprimento e intensidade de infestações para cinco espécies de um total de dez estudadas, diferente dos dados encontrados neste estudo.

O tamanho e peso dos peixes são indicadores de saúde que refletem também condições alimentares recentes (VAZZOLER, 1996) e, de acordo com Rohde (1993), as respostas imunitárias dos peixes são dependentes, entre outras coisas, da nutrição. Assim, uma explicação alternativa para estas relações negativas entre as variáveis estudadas seria a de que os indivíduos com melhores condições, mais saudáveis, teriam possibilidades de reagir mais eficazmente à infestação pela maioria das espécies de ectoparasitas, as quais o seu sistema imune estivesse apto a combater. Dessa maneira, seriam infestados, principalmente, por aquelas espécies de ectoparasitas que mostrassem uma relação mais equilibrada, que exercessem efeitos menos patogênicos ou por aquelas cujos mecanismos de fuga do sistema imune do hospedeiro fossem mais eficientes, características que devem surgir ao longo de processos coevolutivos os quais são comuns, principalmente, entre

monogeneas e seus hospedeiros (KEARN, 1994; DESDEVISES et al., 2002a; 2002b). Ao contrário, peixes com menor condição deveriam estar mais susceptíveis às infecções por várias espécies e, aliado ao fato de muitas das espécies serem raras ou podendo representar relações recentes ou instáveis, ter menor capacidade de reação específica a muitas delas (GUIDELLI, 2006; GUIDELLI et al. 2011).

A estrutura e composição da fauna parasitária dos peixes pode ser relacionada à vários fatores dos próprios hospedeiros, como as características filogenéticas do hospedeiro bem como as características físicoquímicas e biológicas do habitat (POULIN, 2007). A similaridade pode ser interpretada como uma igualdade no comportamento dos hospedeiros no nível trófico, indicando uma forte relação ecológica entre as duas espécies estudadas (SERRA-FREIRE, 2002). A similaridade entre os exemplares de *L. friderici* foi de 36,01% e de *L. obtusidens* foi de 37,91% pelo SIMPER, quando comparados em cada um dos locais de coleta. Foi avaliado também o nível de similaridade entre os hospedeiros em cada um dos locais, sendo no Rio Mogi Guaçu de 34,19%, no Rio Grande de 33,82% e Rio Pardo de 34,27%. Esses valores baixos se devem por comparar duas espécies que apesar de compartilharem 12 das 15 espécies de parasitas identificadas, apresentaram prevalências e abundâncias parasitárias diferentes entre si, ou seja, diferenças em como os parasitas utilizam cada hospedeiro.

Dentro das localidades, a maioria dos hospedeiros diferiram entre si, quanto a abundância parasitária, com exceção do Rio Pardo onde não houve diferença significativa entre as espécies de peixes coletadas pelo teste de PERMANOVA Pair-wise ( $p=0,8546$ ). No Rio Pardo, as explorações dos hospedeiros pelos parasitas foram muito semelhantes, das 13 espécies identificadas, 12 foram compartilhadas entre as duas espécies de *Leporinus*, e os valores de prevalência e abundância encontrados para as duas espécies foram muito semelhantes, sendo *U. paradoxus* e *J. leporini*, duas espécies de monogeneas de brânquias, os parasitas com maiores valores de prevalência, abundância e intensidade média para as duas espécies de peixes. Na análise da dispersão parasitária entre as localidades de coleta, os resultados mostraram diferença significativa ( $p<0,05$ ) na abundância parasitária dos peixes da Família Anostomidae entre Rio Mogi Guaçu e Rio Grande e também entre Rio Mogi

Guaçu e Rio Pardo, porém o PERMDISP mostra que não houve diferença na dispersão parasitária Rio Grande e Rio Pardo ( $p=0,2996$ ).

Os parasitas estão sujeitos à importantes mudanças na sua composição e estrutura quando submetidos à atividade humana e as comunidades de parasitas dos peixes podem responder direta ou indiretamente à essas mudanças, devido ao seu estreito contato com o hospedeiro e o ambiente aquático (LAFFERTY, 1997; LAFFERTY; KURIS, 1999; KADLEC et al., 2003; YAMADA et al.; 2017). Cada um dos rios apresentam peculiaridades quanto à sua exploração pela comunidade, enquanto o Rio Grande é um reservatório oriundo de uma represa e explorado pela pesca de subsistência, o Rio Pardo é explorado pela agropecuária e recebe ação direta da atividade antropogênica como destino de despejo de subprodutos da indústria e esgoto, sendo pouco explorado para a pesca devido à baixa oferta de peixes, enquanto que o Rio Mogi Guaçu ainda é explorado pela pesca de subsistência, porém sujeito às mesmas ações antropogênicas que o Rio Pardo. Diante disso, é difícil justificar porque não houve diferença na dispersão parasitária entre os Rios Grande e Pardo, já que estão sujeitos à diferentes fatores bióticos e abióticos, e principalmente não controlados, mas possivelmente é devido à proximidade desses rios e de o Rio Pardo ser afluente direto do Rio Grande.

As comunidades de parasitas amostradas de *L. obtusidens* ( $n=122$ ) e *L. friderici* ( $n=159$ ), quando levado em consideração o total de hospedeiros coletados nos três rios, apresentaram um alto nível do coeficiente de similaridade (67,42%), visto que as duas espécies compartilharam praticamente das mesmas espécies de parasitas. Este resultado de certa forma já era esperado, visto que as espécies estudadas pertencem ao mesmo gênero, foram capturadas em rios da mesma bacia hidrográfica e possuem hábito alimentar semelhante, aliado ao fato de que durante a coevolução dessas duas espécies de hospedeiros houve uma troca de espécies de parasitas ao longo desse processo, já que compartilhavam mesmo habitat e possuíam características comportamentais similares (POULIN; MORAND, 1999; BUSH et al., 2001; POULIN, 2007).

A diminuição da proporção de espécies compartilhadas entre duas comunidades de hospedeiros com o aumento crescente da distância geográfica é obviamente uma característica dos sistemas naturais, mas a taxa exata com que essa

similaridade decai com a distância é um aspecto desse fenômeno que só recebeu atenção recentemente (POULIN, 2003).

No presente estudo, a similaridade Rio Grande e Rio Mogi Guaçu foi de 71,12%, Rio Grande e Rio Pardo 70,96% e entre Rios Mogi Guaçu e Pardo de 67,03%, valores considerados médios, já que é considerado um alto grau de similaridade valores superiores a 80%. Apesar do maior valor de similaridade ser encontrado entre os rios mais distantes, Mogi-Guaçu e Grande e o menor valor entre os rios mais próximos, Mogi Guaçu e Pardo, estes valores são muito próximos e em estudos biológicos como estes podem não representar uma diferença significativamente real. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Yamada et al. (2017) que não observaram diferença na composição e estrutura das comunidades parasitárias de *L. friderici* coletados em três diferentes tributários do Reservatório de Jurumirim e também aos resultados de Brandão et al. (2014) que nos mesmos tributários estudaram o declínio da similaridade por meio de *Sphincterodiplostomum musculosum*, metacercárias de *Steindachnerina insculpta*, espécie de peixe conhecida popularmente como saguiru.

Três hipóteses principais têm sido utilizadas para explicar o declínio da similaridade com o aumento da distância geográfica. Primeira, o aumento da distância está associado ao declínio da similaridade ambiental e em cada ambiente as espécies tem suas preferências e ocupam um nicho ecológico (NEKOLA; WHITE, 1999). Em segundo lugar, o aumento da distância está associado à presença de barreiras geográficas que limitam a taxa de dispersão dos organismos (SOININEN; MCDONALD; HILLEBRAND, 2007). Em terceiro lugar, mesmo em condições ambientais totalmente semelhantes, o declínio da similaridade com a distância pode ser observado, pois os organismos têm dispersão limitada (teoria neutra da biodiversidade e biogeografia) (HUBBELL, 2001).

Diante disto, sabe-se que em algumas ocasiões pode ser que o declínio da similaridade não seja observado com o aumento da distância, como explicado por Poulin (2003) que oferece duas possíveis justificativas para que em um estudo com seis espécies, somente em quatro tenha sido observado o fenômeno do declínio. A primeira possível razão pode ser devido a uma incerteza a respeito dos dados taxonômicos, pois quando realizado por dois indivíduos diferentes, podem haver

discordâncias ou erros na identificação, e mesmo pequenos erros podem gerar grandes impactos na análise pelos softwares, alterando os valores de índices e conseqüentemente os dados finais, o que não aconteceu neste estudo. Outra explicação, a mais provável, pode ser que algumas espécies de hospedeiros possuem a capacidade de neutralizar qualquer efeito da distância sobre as suas comunidades de parasitas, ou seja, mesmo com as diferenças dos fatores bióticos e abióticos, conseguem manter a mesma fauna parasitária independentemente do local, seja pela especiação e adaptação entre hospedeiros e parasitas.

Uma possível explicação para um menor declínio exponencial da similaridade em comunidades de parasitas de peixes pode ser de que as comunidades parasitas destes hospedeiros estão saturadas com espécies (KENNEDY; GUÉGAN, 1994; POULIN, 2003). Um limite no número de espécies de parasitas coexistentes em um local poderia contribuir para uma maior homogeneidade na composição das espécies, independentemente da distância, impedindo que espécies de parasitas raras e não especializadas não tenham sucesso na invasão das comunidades parasitárias desses hospedeiros. Outra possibilidade pode ser que os habitats de água doce, as espécies peixes tendem a possuir um comportamento e biologia bastante previsíveis, principalmente em termos da composição das cadeias alimentares e das principais relações tróficas nas quais esses peixes participam (CARNEY; DICK, 1999, NELSON; DICK, 2002; POULIN, 2003). Ou ainda, que a distância e barreiras naturais, ou mudanças causadas pela ação humana não são suficientes para impedir a dispersão dos organismos entre as localidades, mantendo uma homogeneidade espacial (YAMADA et al., 2017).

#### **4. CONCLUSÕES**

Das 15 espécies de parasitas identificadas em *L. friderici* e *L. obtusidens*, 12 delas eram comuns as duas espécies de hospedeiros, demonstrando um grande grau de similaridade entre as duas espécies de peixes. Não houve declínio de similaridade das espécies estudadas com o aumento da distância geográfica como era esperado. Diante desses resultados, propõe-se o estudo com hospedeiros em localidades mais

distantes e isoladas geograficamente, como por exemplo peixes do gênero *Leporinus*, porém de bacias hidrográficas e ecossistemas diferentes e distantes geograficamente.

## 5. REFERÊNCIAS

ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K.; LUQUE, J. L. Three new species of Monogenea (Platyhelminthes) parasites of fish in the Guandu river, southeastern Brazil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 34, n. 4, p. 483-490, 2012.

ALVES, R. A.; LUQUE, J. L. Aspectos quantitativos das infrapopulações de metazoários parasitos de *Micropogonias furnieri* (Osteichthyes: Scianidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Parasitologia al dia**, Lima, v. 25, p. 30-35, 2001.

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32-46, 2001.

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. **PERMANOVA for PRIMER: guide to software and statistical methods**. PRIMER-E: Plymouth, 2008. 214 pp

BALASSA, G. C.; FUGI, R.; HAHN, N. S.; GALINA, A. B. Dieta de espécies de Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, n. 1, p. 77-82, 2004.

BARBIERI, G.; GARAVELLO, J. C. Sobre a dinâmica da reprodução e da nutrição de *Leporinus frederici* (Bloch, 1974) na represa do Lobo, Brotas - Itirapina, S.P. (Pisces, Anostomidae). **Anais do II seminário Regional de Ecologia**, Universidade Federal de São Carlos, 1981. p. 347-388.

BRANDÃO, H.; YAMADA, F. H.; TOLEDO, G. M.; ACOSTA, A. A.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. Parasitism by *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae) metacercariae in the eyes of *Steindachnerina insculpta*

(Characiformes, Curimatidae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, p. 144-149, 2014.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**. 3ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados-CODEVASF, 1988. 115p.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1999, 184 p.

BRITSKI, H. A.; BIRINDELLI, J. L. O.; GARAVELLO, J. C. A new species of *Leporinus* Agassiz, 1829 from the upper Rio Paraná basin (Characiformes, Anostomidae) with redescription of *L. elongatus* Valenciennes, 1850 and *L. obtusidens* (Valenciennes, 1837). **Papéis Avulsos de Zoologia. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 52, n. 37, p. 441-475, 2012.

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

BUSH, A. O.; FERNANDEZ, J. C.; ESCH, G. W.; SEED, R. **Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 580 p.

CARNEY, J. P.; DICK, T. A. Enteric helminths of perch (*Perca fluviatilis* L.) and yellow perch (*Perca flavescens* Mitchill): stochastic or predictable assemblages? **Journal of Parasitology**, v. 85, p. 785-795, 1999.

CBH. **Comitê de Bacia Hidrográfica**. 2016. Disponível em: <http://www.grande.cbh.gov.br>. Acesso em: 31 dez. 2016.



CHOUDHURY, A.; DICK, T. A. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 935-956, 2000.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Primer v6: user manual/tutorial**. PRIMER-E: Plymouth, 2006. 192 p.

COHEN, S. C.; JUSTO, M. C. N.; KOHN, A. **South American Monogenoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles**. Rio de Janeiro: Editora Oficina de Livros. 2013. 663 p.

COMBES, C. EVOLUTION OF PARASITE LIFE CYCLES. IN: TOFT, C. A.; AESCHLIMANN, A; BOLIS, L. (Eds). **Parasites-host associations: coexistence or conflict?**. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 62-82.

CUGLIANNA, A. M.; CORDEIRO, N S.; LUQUE, J. L. *Apedunculata discoidea* gen. n., sp. n. (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae) from southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, p. 895-898, 2009.

DESDEVISES, Y.; MORAND, S.; JOUSSON, O.; LEGENDRE, P. Coevolution between *Lamellodiscus* (Monogenea: Diplectanidae) and *Sparidae* (Teleostei): the study of a complex host-parasite system. *Evolution*, Lawrence, v. 56, n. 12, p. 2459-2471, 2002a.

DESDEVISES, Y.; MORAND, S.; LEGENDRE, P. Evolution and determinants of host specificity in the genus *Lamellodiscus* (Monogenea). **Biological Journal of The Linnean Society**, Londres, v. 77, p. 431-443, 2002b.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, A. A.; PETRUSHEVSKI, G. K.; POLYANSKY, Y. I. (Eds.), **Parasitology of fishes**. Londres: Olivier & Boyd, 1961. p. 1-47.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudos e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2ª ed. Maringá: EDUEM-Editora da Universidade Estadual de Maringá, v. 500, 2006. 199p.

FELLIS, K. J.; ESCH, G. W. Variation in life cycle affects the distance decay of similarity among bluegill sunfish parasite communities. **Journal of Parasitology**, v. 91, p. 1484-1486, 2005a.

FELLIS, K. J.; ESCH, G. W. Autogenic-allogenic status affects interpond community similarity and species-area relationship of macroparasites in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. **Journal of Parasitology**, v. 91, p. 764-767, 2005b.

GARAVELLO, J. B.; BRITSKI, H. A. Family Anostomidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (Eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 71-84.

GUIDELLI, G. **Comunidades parasitárias em espécies do gênero *Leporinus* de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do Alto rio Paraná**. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006. 91p.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 281-290, 2006.

GUIDELLI, G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Ecologia das infrapopulações ectoparasitas das cavidades nasais de *Leporinus lacustris* (Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 209-214, 2009.

GUIDELLI, G; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M; PAVANELLI, G. C. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 177, p. 145-151, 2011.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I. F. Trophic ecology of the fish assemblages. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N. S. (Ed.). **The upper Paraná river and its floodplain physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p.247-259.

HANSKI, I. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. **Oikos**, v. 38: p. 210-221, 1982.

HUBBELL, S. P. **The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

KADLEC, D.; ŠIMKOVÁ, A.; JARKOVSKÝ, J.; GELNAR, M. Parasite communities of freshwater fish under flood condition. **Parasitology Research**, v. 89, n. 4, p. 272-283, 2003.

KARLING, L. C.; LOPES, L. P. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. New species of *Tereancistrum* (Dactylogyridae) monogenean parasites of *Schizodon borellii* (Characiformes, Anostomidae) from Brazil, and emended diagnosis for *T. parvus*. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, p. 365-369, 2014.

KEARN, G. C. Evolutionary expansion of the Monogenea. **International Journal of Parasitology**, v. 24, p.1227-1271, 1994.

KENNEDY, C.R.; GUÉGAN, J. F. Regional versus local helminth parasite richness in British freshwater fish: saturated or unsaturated parasite communities? **Parasitology**, v. 109, p. 175-185, 1994.

KNOPF, K.; MAHNKE, M. Differences in susceptibility of the European eel (*Anguilla anguilla*) and the Japanese eel (*Anguilla japonica*) to the swim-bladder nematode *Anguillicola crassus*. **Parasitology**, v. 129, p. 491-496, 2004.

KOHN, A.; COHEN, S. C. South American Monogenean – list of species, hosts and geographical distribution. **Internacional Journal of Parasitology**, Kidlington, v. 28, p. 127-132, 1998.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; KAYTON, R. J. 1980. Neotropical Monogenea. 3. Five new species from South America with the proposal of *Tereancistrum* gen. n. and *Trinibaculum* gen. n. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). **Acta Amazonica**, v. 10, p. 411-417, 1980.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 53, p. 1-3, 1986.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A.; THATCHER, V. E. Neotropical Monogenea. 11. *Rhinoxenus*, new genus (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) with descriptions of three new species from the nasal cavities of amazonian characoidea. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 101, p. 87-94, 1988.

LACERDA, A. C. F.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. 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**, v. 29, n. 4, p. 429-435, 2007.

LAFFERTY, K. D. Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? **Parasitology Today**, v. 13, n. 7, p. 251-255, 1997.

LAFFERTY, K. D.; KURIS, A. M. How environmental stress affects the impact of parasites. **Limnology and Oceanography**, v. 44, n. 3, p. 925-931, 1999.

LEES, A. C.; PERES, C. A.; FEARNSSIDE, P. M.; SCHNEIDER, M.; ZUANON, J. A. S. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, n. 3, p. 451-466, 2016.

LIZAMA, M. DE LOS A. P. **Estudo da relação entre a comunidade parasitária, meio ambiente e dinâmica da população de *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, na planície de inundação do Alto rio Paraná, Brasil.** 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

LUQUE, J. L.; AGUIAR, J. C.; VIEIRA, F. M.; GIBSON, D. I.; SANTOS, C. P. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**, v. 3082, p. 1–88, 2011.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 865-878, 2007.

LUQUE, J. L.; VIEIRA, F. M.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C. Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. **Check List**, v. 9, n. 6, p. 1449–1470, 2013.

LYMBERG, A. J. Host specificity, host range and host preference. **Parasitology Today**, v. 5, p. 298, 1989.

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 River Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 4, p. 441-448, 1996.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004. 260 p.

McARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology**, v. 82, p. 290-297, 2001.

MORAIS, A. M. **Biodiversidade de parasitos da piranha vermelha *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes; Serrasalminidae) e sua avaliação como bioindicadores na Amazônia Central**. 2012. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.

MORAND, S.; POULIN, R.; ROHDE, K.; HAYWARD, C. Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fishes. **International Journal of Parasitology**, v. 29, p. 663-672, 1999.

MORAND, S.; GUÉGAN, J. F. Distribution and abundance of parasite nematodes: ecological specialization, phylogenetic constraint or simply epidemiology? **Oikos**, v. 88, p. 563-573, 2000.

MORAVEC, F. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region**. Praga: Academia. 1998. 464 p.

NEE, S.; GREGORY, R. D.; MAY, R. M. Core and satellite species: Theory and artefacts. **Oikos**, v. 62: p. 83-87, 1991.

NEKOLA, J. C.; WHITE, P. S. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. **Journal of Biogeography**, v. 26, p. 867-878, 1999.

NELSON, P. A.; DICK, T. A. Factors shaping the parasite communities of trout-perch, *Percopsis omiscomaycus* Walbaum (Osteichthyes: Percopsidae), and the importance of scale. **Canadian Journal of Zoology**, v. 80, p. 1986-1999, 2002.

NILSSON, C.; REIDY, C. A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. **Science**, v. 308, n. 5720, p. 405-408, 2005.

OLIVA, M. E.; GONZALEZ, M. T. The decay of similarity over geographical distance in parasite communities of marine fishes. **Journal of Biogeography**, v. 32, n. 8, p. 1327-1332, 2005.

PEREZ-DEL-OLMO, A.; FERNÁNDEZ, M.; RAGA, J. A.; KOSTADINOVA, A.; MORAND, S. Not everything is everywhere: The distance decay of similarity in a marine host-parasite system. **Journal of Biogeography**, v. 36, n. 2, p. 200-209, 2009.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

POULIN, R. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. **International Journal of Parasitology**, v. 22, p. 753-758, 1992.

POULIN, R. **Evolutionary Ecology of Parasites: From individuals to communities**. Londres: Chapman & Hall, 1998. 212 p.

POULIN, R. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1609–1615, 2003.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites**. 2ª edição. Princeton: Princeton University Press, 2007. 360 p

POULIN, R.; MOUILLOT, D. Parasite specialization from a phylogenetic perspective: a new index of host specificity. **Parasitology**, v. 126: p. 473-480, 2003.

POULIN, R.; MOUILLOT, D. Combining phylogenetic and ecological information into a new index of host specificity. **Journl of Parasitoly**, v. 91, p. 511-514, 2005.

POULIN, R.; MORAND, S. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. **Parasitology**, v. 119, p. 369-374, 1999.

ROHDE, K. Host specificity indices of parasites and their application. **Experientia**, v. 36: p. 1369-1371, 1980.

ROHDE, K. **Ecology of Marine Parasites**. 2ª edição. Wallingford: CAB International, 1993. 297p.

ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **International Journal for Parasitology**, v. 25, p. 945-970, 1995.

ROSIM, D. F. **Biodiversidade das comunidades parasitárias em populações de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2010. 135 p.

ROSIM, D. F.; MENDOZA-FRANCO, E.; LUQUE, J. L. New and previously described species of *Urocleidoides* (Monogenoidea: Dactylogyridae) infecting the gills and nasal cavities of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) from Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 97, p. 406-417, 2011.

SALGADO-MALDONADO, G.; KENNEDY, C. R. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. **Parasitology**, 114, p. 581-590, 1997.

SEIFERTOVA, M.; VYSKOCILOVÁ, M.; MORAND, S.; SIMKOVÁ, A. Metazoan parasites of freshwater cyprinid fish (*Leuciscus cephalus*): Testing biogeographical hypotheses of species diversity. **Parasitology**, v. 135, n. 12, p. 1417-1435, 2008.

SERRA-FREIRE, N. M. **Planejamento e análise de pesquisas parasitológicas**. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2002. 199p.



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. **Journl of Fish Biology**, v. 5, p. 559-573, 1973.

SOININEN, J.; MCDONALD, R.; HILLEBRAND, H. The distance decay of similarity in ecological communities. **Ecography**. v. 30, n. 1, p. 3-12, 2007.

TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; LIZAMA, M. 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 Biology**, v., 69, n. 2, p. 691-705, 2009.

THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. Sofia e Moscow: Pensoft Publishers, 2006. 508 p.

THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. The parasitic Crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon, 15, *Gamispatulus schizodontis* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida: Vaigamidae) from the nasal fossae of *Schizodon fasciatus* Agassiz. **Amazoniana**, v. 9, p. 119-126, 1984.

TIMI, J. T.; LANFRANCHI, A. L.; ETCHEGOIN, J. A. Seasonal stability and spatial variability of parasites in Brazilian sandperch *Pinguipes brasilianus* from the Northern Argentine Sea: evidence for stock discrimination. **Journal of Fish Biology**, v. 74, n. 6, p. 1206-1225, 2009.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1996. 196p.

YAMADA, F. H.; BONGIOVANI, M. F.; YAMADA, P. O. F.; SILVA, R. J. Parasite infracommunities of *Leporinus friderici*: A comparison of three tributaries of the Jurumirim Reservoir in southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 89, n. 2, p.953-963, 2017.

ZAR JH. **Biostatistical analysis**. 5rd ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.; 2010.

### **CAPÍTULO 3- ECOLOGIA PARASITÁRIA DE *Leporinus reinhardti* CAPTURADOS NO RIO SÃO FRANCISCO EM MINAS GERAIS, BRASIL**

**Capítulo redigido conforme às normas da Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**

**Resumo** – Apesar da grande diversidade de espécies de peixes do Rio São Francisco, há poucos estudos a respeito dos parasitas destes animais, entre elas aquelas da Família Anostomidae. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo o estudo taxonômico e ecológico dos metazoários parasitas de *Leporinus reinhardti* coletados do Rio São Francisco no município de Piumhi-MG. Foram examinados 51 espécimes de *L. reinhardti* capturados em abril de 2014. Os peixes foram necropsiados e os parasitas obtidos foram quantificados, preparados e montados para a determinação taxonômica e cálculo dos descritores populacionais e comunitários. Do total dos animais examinados, 45 (88,23%) estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasita. Foi obtido um total de 241 espécimes de parasitas de nove diferentes espécies. As espécies de Monogenea encontradas foram *Tereancistrum sp.*, *Jainus leporini*, *Urocleidoides paradoxus*, *Trinibaculum sp.*, *Rhinoxenus nyttus* e *Rhinoxenus arietinus*, parasitando brânquias, boca, tegumento e narina. As espécies *J. leporini*, *U. paradoxus* e *Trinibaculum sp.* são registradas pela primeira vez em *L. reinhardti* no Rio São Francisco. Apenas *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* foi observado no intestino. O digenético *Clinostomum sp.* (metacercária) foi identificada na musculatura. Os índices de dominância de Berger-Parker e Simpson e os índices de diversidade de Brillouin e Margalef indicaram que não houve uma espécie significativamente abundante e que a diversidade não foi alta, respectivamente. Dentre os parasitas encontrados, apenas as monogeneas apresentaram correlações negativas entre comprimento padrão e peso em relação à abundância parasitária, demonstrando a relação fenótipo do hospedeiro e a estrutura das comunidades parasitárias.

**Palavras-chave:** Anostomidae; piau três pintas; timboré; parasitas; índices ecológicos.

## **Parasite ecology of *Leporinus reinhardti* caught in the São Francisco River in Minas Gerais, Brazil**

**Abstract** - Despite the great diversity of fish species of the São Francisco River, there are few studies about the parasites of these animals, among them those of the Anostomidae Family. Thus, this paper has the objective of taxonomic and ecological study of metazoan parasites of *Leporinus reinhardti* collected from the São Francisco River in the municipality of Piumhi, Minas Gerais. It was examined 51 specimens of *L. reinhardti* in April 2014. The fish were necropsied and the parasites obtained were quantified, prepared and assembled for taxonomic determination, and calculation of population and community descriptors calculated for each the host species. Of all the animals examined, 45 (88.23%) were parasitized by at least one parasite species. The species of monogeneans were found *Tereancistrum* sp., *Jainus leporini*, *Urocleidoides paradoxus*, *Trinibaculum* sp., *Rhinoxenus nyttus* and *Rhinoxenus arietinus*, being found in the gills, mouth, narine and tegument. *J. leporini*, *U. paradoxus* and *Trinibaculum* sp. are registered for the first time in *L. reinhardti* in the São Francisco River. The Nematoda group, only *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* was observed in the gut. The Digenea, *Clinostomum* sp. was identified in musculature. The Berger-Parker and Simpson dominance indexes and the diversity indexes of Brillouin and Margalef indicate that there was a significantly abundant species and that diversity was not relatively high, respectively. Among the parasites found only the Monogenea showed negative correlations between standard length and weight in relation to parasite abundance, demonstrating a host phenotype relationship and a structure of parasitic communities.

**Keywords:** Anostomidae; piau três pintas; parasites; ecology index.

## **Introdução**

Nas últimas duas décadas, têm aumentado consideravelmente as pesquisas orientadas a testar determinados padrões ecológicos, principalmente em nível de comunidades, usando parasitas como modelo. O uso de parasitas em estudos ecológicos resulta da facilidade para a obtenção de réplicas, de realizar uma contagem muito mais precisa das infrapopulações, e para determinar sua distribuição no ecossistema, neste caso, o hospedeiro. Estas vantagens não são encontradas em outros tipos de ecossistemas. Por outro lado, a análise ecológica do parasitismo fornece maior informação sobre a biologia dos processos parasitários e sua mediação nas relações ecológicas entre os hospedeiros. Assim, há preferência por análises de comunidades parasitárias de vertebrados aquáticos, como peixes, em função da maior diversidade parasitária encontrada nesses hospedeiros (ROHDE, 1995; LUQUE, 2004).

A ação antrópica pode resultar em alterações nas comunidades de parasitas dos peixes de forma direta ou indireta, dada a dependência desses patógenos em relação ao hospedeiro e ao ambiente aquático (LAFFERTY, 1997; LAFFERTY & KURIS, 1999; KADLEC et al., 2003; YAMADA et al.; 2017). Assim, o estudo das comunidades parasitárias podem permitir a avaliação não só da saúde do hospedeiro, mas também da saúde ambiental e do efeito da ação antrópica sobre um ecossistema.

O Rio São Francisco possui grande importância para o país não apenas pelo volume de água transportado em uma região semiárida, mas, também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região, entre elas a pesca e aquicultura (CBH, 2016). O Rio São Francisco como outros rios e lagos está cada vez mais sujeito aos impactos gerados pela intervenção antropogênica que resulta na deterioração das águas e todos seus componentes, bióticos e abióticos. Segundo Medeiros et al. (2010) o Rio São Francisco vem sofrendo, ao longo dos últimos anos, um grande processo erosivo, em parte devido á influência das grandes barragens que afetaram os regimes hídricos do rio. Essas barragens construídas ao longo do rio para a produção de energia, controlando a maior parte do fluxo de vazão do rio, provocaram grandes mudanças nas atividades econômicas das populações que vivem na região do São Francisco, principalmente aquelas que se dedicavam a exploração da rizicultura, pesca e procriação de peixes em cativeiro, já que as barragens reduziram fortemente as cheias a jusante do rio, impedindo a inundação das lagoas marginais, que constituem os maiores berçários da vida aquática do rio (CBHSF, 2004).

A espécie selecionada para a realização desta pesquisa, *Leporinus reinhardti* Lukten, 1875 pertence à Família Anostomidae e está amplamente presente no Rio São Francisco em Minas Gerais, Brasil (GARAVELLO & BRITSKI, 2003). Apesar da grande importância e vasta diversidade de peixes, estudos relacionados a fauna parasitológica em hospedeiros do gênero *Leporinus* no Rio São Francisco são escassos. Os estudos previamente desenvolvidos no rio foram direcionados a outras espécies de peixes (BRASIL-SATO et al., 2003; BRASIL-SATO & SANTOS, 2005; SANTOS et al., 2007; THATCHER et al., 2008; MONTEIRO et al., 2009; EIRAS et al., 2010; MARTINS et al., 2012).

Os parasitas são indicativos de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, incluindo a dieta, comportamento alimentar, migração, recrutamento e filogenia (WILLIAMS et al., 1992; GALLI et al., 2001). Além disso podem representar um importante instrumento de avaliação da biodiversidade, oferecendo informações para uma maior compreensão da estrutura da cadeia trófica e da relação parasita-hospedeiro-ambiente (GALLI et al., 2001; MADI & UETA, 2012). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e analisar as comunidades e infracomunidades de parasitas de *Leporinus reinhardti* capturados no Rio São Francisco, no município de Piumhi no Estado de Minas Gerais.

## **Material e Métodos**

Cinquenta e um espécimes juvenis de *L. reinhardti* foram capturados por pescadores locais com redes artesanais de emalhar com abertura de 2 a 3 cm no Rio São Francisco (20°34'14"S; 45°98'24"O), na altura do município de Piumhi-MG. Os peixes foram acondicionados em caixas isotérmicas com gelo de forma a assegurar boas condições para a preservação dos parasitas durante o transporte até o laboratório no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV). No laboratório, foi realizada a biometria e identificação segundo os manuais de identificação de Britski et al. (1988, 1999).

No exame parasitológico, o tegumento, as nadadeiras, as narinas, a cavidade bucal, os olhos e a face interna dos opérculos foram cuidadosamente inspecionados quanto à presença de possíveis ectoparasitas e lavados com solução fisiológica, o líquido foi depositado em placas de Petri. Após a retirada das brânquias foi feita abertura da cavidade geral, sendo esta também examinada, e em seguida feita a retirada dos órgãos internos. As brânquias e os órgãos retirados

foram colocados também em placas de Petri e analisados separadamente com auxílio de estereomicroscópio.

O número total de cada espécie de metazoário foi obtido por contagem de todos exemplares coletados e identificados em cada hospedeiro, sob estereomicroscópio, com auxílio de placas de Petri marcadas. O processamento e a montagem dos parasitas foram realizados de acordo com Eiras et al. (2006). Adicionalmente, foi utilizado também o método GAP (Glicerina-Amônio Picrato) seguindo a metodologia de Ergens (1969), que evidencia as estruturas esclerotizadas das monogeneas.

Indicadores de infecção/infestação como prevalência, intensidade média e abundância média foram calculados para as espécies de parasitas encontradas nos peixes estudados. A terminologia ecológica empregada está de acordo com Bush et al. (1997). Para análise das infracomunidades obtidas foram determinados a riqueza de espécies, e o Índice de dominância de Simpson.

Os efeitos do comprimento padrão e peso do hospedeiro nos descritores de comunidade foram avaliados usando o coeficiente de correlação de postos de Spearman para as espécies e grupos com prevalência maior que 10%. Previamente à análise estatística, a normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. O valor de p foi ajustado em 0,05 (MAGURRAN, 2004; ZAR, 2010).

Todos os procedimentos adotados nesse estudo estão de acordo com normas internacionais de bem-estar animal e foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da FCAV (protocolo n. 016229/13) e autorizados pelo SISBIO (Licença nº 39165-2).

## **Resultados e Discussão**

Os peixes necropsiados apresentavam comprimento padrão médio de  $14,18 \pm 2,38$  cm e pesavam  $51,86 \pm 26,6$ g. Do total dos animais examinados, 45 estavam parasitados, resultando em prevalência total de 88,23%. Foram encontrados 241 parasitas, dos quais 138 pertenciam ao grupo Monogenea, quatro ao grupo dos Digenea, seis dos Crustacea e 93 Nematoda.

As espécies do grupo Monogenea encontradas foram *Tereancistrum sp.*, *Rhinoxenus nyttus*, *Rhinoxenus arietinus*, *Jainus leporini*, *Urocleidoides paradoxus*, *Trinibaculum sp.*. Do grupo Nematoda, apenas *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* foi encontrado parasitando o intestino. As metacercárias de digenéticos foram identificadas como

*Clinostomum* sp. Os valores de prevalência, abundância média, intensidade média e variação de intensidade para cada uma das espécies de parasitas são apresentados na Tabela 1.

As monogêneas *R. nyttus*, *R. arietinus* e *Tereancistrum* sp. e o nematódeo *P. (S.) inopinatus* já haviam sido registrados parasitando *L. reinhardti* no reservatório Três Marias, localizado na bacia do Rio São Francisco (MARTINS, 2012). Essa é a primeira ocorrência de *J. leporini*, *U. paradoxus* e *Trinibaculum* sp. para este hospedeiro e localidade, resultado que evidencia que novos estudos são importantes para caracterizar melhor a fauna parasitária desta espécie de hospedeiro em outras localidades do Rio São Francisco.

**Tabela 1.** Prevalência, abundância média, intensidade média e variação de intensidade dos parasitas encontrados em 51 espécimes de *Leporinus reinhardti* capturados em abril de 2014 no Rio São Francisco no município de Piumhi – MG.

PARASITAS	Local de infestação/infecção	Prevalência (%)	Abundância média	Intensidade média	Varição de intensidade	Total de parasitas
<b>Monogenea</b>						
<i>Tereancistrum</i> sp.	brânquias	9,80	0,53	5,4	1-10	27
<i>Jainus leporini</i>	brânquias	7,84	0,31	4	2-9	16
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	brânquias	68,62	1,25	2,66	1-11	64
<i>Trinibaculum</i> sp.*	brânquias	1,96	0,02	1	-	1
<i>Rhinoxenus nyttus</i>	cavidade nasal	25,49	0,39	1,53	1-3	20
<i>Rhinoxenus arietinus</i>	cavidade nasal	17,64	0,19	1,11	1-2	10
<b>Nematoda</b>						
<i>P. (S.) inopinatus</i>	Intestino	74,51	1,82	2,44	1-10	93
<b>Digenea</b>						
<i>Clinostomum</i> sp.	musculatura	7,84	0,08	1	1	4
<b>Copepoda</b>						
Copepoda gen. sp.	tegumento	9,80	0,11	1,2	1-2	6
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	-	241

\**Diagnosticado em apenas um hospedeiro*

A riqueza de espécies foi igual a 9, e a baixa diversidade de espécies foi evidenciada pelo valor do índice de Brillouin (1,598) encontrado, inferior a 2,0. A diversidade de espécies é relativa e pode ser considerada baixa quando comparada a outras espécies de peixes como *Pygocentrus nattereri*, a piranha-vermelha, que possui mais de 47 espécies de metazoários



identificados e é conhecida como uma das espécies de peixes amazônicos com maior diversidade parasitária (MORAIS, 2012) ou alta quando comparada a *Schizodon nasutus* que teve somente uma espécie de endoparasita até o momento identificada (TAKEMOTO et al., 2009).

As diferentes espécies de parasitas podem ser influenciadas positiva ou negativamente por determinados fatores ambientais e características dos peixes, os quais podem determinar a presença ou ausência de determinados táxons parasitários, de acordo com a tolerância daquela espécie às características do ambiente (SILVA-SOUZA et al., 2006; TAKEMOTO et al., 2009; GONÇALVES et al., 2014). No caso do Rio São Francisco, as características abióticas do ambiente podem favorecer o desenvolvimento de determinadas espécies como as de monogeneas, que possui ciclo de vida direto e facilidade em se reproduzir nas condições ambientais mais adversas, grupo este que foi mais abundante neste estudo. O índice de dominância de Simpson de 0,24 indica que não houve dominância de nenhuma espécie apesar que o nematoide *P. (S.) inopinatus* ter o maior número de espécimes encontrados.

O nematoda *P. (S.) inopinatus* foi a espécie mais comum, dado semelhante aos encontrados por Martins (2012) que estudando quatro espécies de peixes da família Anostomidae, *Leporinus piau*, *Leporinus obtusidens*, *L. reinhardti* e *Schizodon knerii*, coletados no reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, identificou *P. (S.) inopinatus* e metacestódeos como os parasitas mais abundantes entre as espécies de hospedeiros estudados.

A distribuição dos dados de abundância parasitária foi classificada como heterocedástica para todas as espécies parasitas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. Dentre os metazoários encontrados, apenas o grupo Monogenea apresentou correlação negativa entre comprimento padrão e peso e a abundância parasitária, ambas baixas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores do coeficiente de correlação por postos de Spearman (*rs*) para avaliar a relação entre a abundância dos componentes da comunidade parasitária e o comprimento padrão e peso de 51 exemplares de *Leporinus reinhardti* capturados em abril de 2014 no Rio São Francisco no município de Piumhi – MG.

	Comprimento padrão		Peso	
	<i>Rs</i>	<i>p</i>	<i>rs</i>	<i>p</i>
Monogenea**	-0,3490	0,0121*	-0,3601	0,0094*
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	-0,2065	0,1459	-0,2140	0,1316
<i>Rhinoxenus nyttus</i>	-0,02972	0,8360	-0,0022	0,9873
<i>Rhinoxenus arietinus</i>	0,05003	0,7274	0,00003	0,9998
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	-0,0721	0,6149	0,0234	0,8701

(\*) valores significativos ( $p < 0,05$ ).

(\*\*) todas espécies encontradas.

(*p* = nível de significância).

A correlação negativa normalmente está relacionada ao impacto do parasitismo ao hospedeiro. No entanto, não foram observadas lesões causadas pelo parasitismo por monogeneas. A correlação negativa entre a abundância parasitária de monogeneas, peso e comprimento não foi observado por Guidelli et al. (2009) que estudaram de *L. lacustris*, peixe do mesmo gênero, capturados na bacia do Rio Paraná e que também estavam parasitados por monogeneas e copépodos nas cavidades nasais. O que demonstra que a abundância parasitária não está necessariamente relacionada ao peso e comprimento do hospedeiro.

Generalizações a respeito da influência do tamanho do hospedeiro sobre a composição qualitativa e quantitativa das infracomunidades parasitárias devem ser evitadas como regra em geral. A abundância parasitária não tem que, obrigatoriamente, ser maior nos peixes maiores devido ao acúmulo e maior tempo de exposição aos parasitas (LUQUE & CHAVES, 1999). Correlações negativas podem ocorrer quando o peixe adquire os parasitas enquanto é jovem e, os elimina quando alcança a fase adulta (VALTONEM et al., 1990), pelas mudanças na dieta nas diferentes faixas etárias da população e pela dinâmica populacional dos hospedeiros intermediários (LUQUE & CHAVES, 1999) ou ainda pelo desenvolvimento da imunidade com a idade, sendo que peixes mais velhos conseguem evadir-se através da resposta imune dos parasitas (IYAJI; ETIM & EYO, 2009).

As correlações são influenciadas por restrições biológicas (fisiologia e imunologia) e ecológicas (dinâmica de distribuição) das populações hospedeiras, eventos estocásticos e/ou

interações bióticas como competição, regulação dependente de intensidade, inimigos naturais e disponibilidade de alimentos. Esses fatores influenciam as intensidades, abundância e riqueza de espécies parasitas nos peixes (CASE & CODY 1987; ALVES & LUQUE 2006; BELLAY et al. 2013; DUMBO, 2014).

## **Conclusões**

Este estudo representa novo registro de hospedeiro e localidade para *J. leporini*, *U. paradoxus* e *Trinibaculum sp.* O nematódeo *P. (S.) inopinatus* foi o parasita mais encontrado, mas a espécie se mostrou pouco dominante pelo índice de Simpson. A diversidade de espécies, calculado pelo índice de Brillouin, encontrada não foi alta quando comparada as outras espécies de peixes do próprio gênero *Leporinus*, e também se considerar que a comunidade de parasitas é composta por espécies de parasitas compartilhadas com outros hospedeiros. A correlação negativa entre tamanho e a abundância parasitária pode ser produto da falta de resposta imune que ainda não está totalmente desenvolvida em peixes jovens resultando em uma maior espoliação pelos parasitas.

## **Referências bibliográficas**

Alves DR, Luque JL. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos de cinco espécies de escombrídeos (Perciformes: Scombridae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2006; 15(4): 167-181.

Bellay S, Oliveira EF, Almeida-Neto M, Lima Junior DP, Takemoto RM, Luque JL. Developmental stages of parasites influences the structure of fish-parasite networks. *PLoS ONE* 2013; 8(10): 1-6.

Brasil-Sato MC, Santos MD. Helminths of *Myleus micans* (Lütken, 1875) (Characiformes: Serrasalminae) from the São Francisco river, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2003; 12(3): 131-134.

Brasil-Sato MC, Santos MD. Parasitos metazoários de *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840), peixe siluriforme endêmico da bacia do São Francisco, Brasil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2005; 14(3): 160-166.

Britski HA, Sato Y, Rosa ABS. *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias*. 3<sup>rd</sup> ed. Brasília: Câmara dos Deputados-CODEVASF; 1988.

Britski HA, Silimon KZS, Lopes BS. *Peixes do Pantanal: manual de identificação*. Brasília: EMBRAPA; 1999.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM., Shostak AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *J Parasitol* 1997; (83)4: 575-583.

Case, TJ, Cody ML. Testing theories of Island Biogeography. *Am Sci* 1987; 75(4): 402-411.

CBH. *Comitê de Bacia Hidrográfica: Rio Grande* 2016. Disponível em: <http://www.grande.cbh.gov.br>. Acesso em: 31 dez. 2016.

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Módulo 1, resumo executivo: proposta de apreciação do plenário do CBHSF (2004- 2013). [online]. 2004. Available from: [http://www.saofrancisco.cbh.gov.br/\\_docs/planos/PlanoDecenalde.RecursosHidricos.pdf](http://www.saofrancisco.cbh.gov.br/_docs/planos/PlanoDecenalde.RecursosHidricos.pdf)

Dumbo JC. *Espécies de metazoários parasitos do *Acestrorhynchus falcirostris* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Acestrorhynchidae) de lagos de várzea da Amazônia Central* [Dissertação]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2014.

Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC. *Métodos de estudos e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2<sup>nd</sup> ed. Maringá: EDUEM-Editora da Universidade Estadual de Maringá; 2006.

Eiras JC, Monteiro CM, Brasil-Sato MC. *Myxobolus franciscoi* sp. nov. (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae), a parasite of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Brazil, with a revision of *Myxobolus* spp. from South America. *Zool* 2010; 27(1): 131-137.

Ergens R. The suitability of ammonium picrate - glycerin in preparing slides of lower monogenoidea. *Folia Parasitol* 1969; 16: 320.

Galli P, Crosa G, Mariniello L., Ortis M, D'Amelio S. Water quality as a determinant of the composition of fish parasites communities. *Hydrobiologia* 2001; 452(1-3): 173-179.

Garavello JB, Britski HA. Family Anostomidae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr CJ. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs; 2003. p. 71-84.

Gonçalves RA, Oliveira MSB, Santos EF, Tavares-Dias M. Aspectos ecológicos da comunidade de parasitos em duas espécies de Loricariidae da bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Brasil. *B Amazônia* 2014; 4(1): 15-21.

Iyaji F, Etim L, Eyo, J. Parasite Assemblages in Fish Host. *Bio-Research* 2009; 7(2): 561-570.

Kadlec D, Šimková A, Jarkovský J, Gelnar M. Parasite communities of freshwater fish under flood condition. *Parasitol Res* 2003; 89(4): 272-283.

Lafferty KD. Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitol. Today* 1997; 13(7): 251-255.

Lafferty KD, Kuris AM. How environmental stress affects the impact of parasites. *Limnol Oceanogr* 1999; 44(3): 925-931.

Lees AC, Peres CA, Fearnside PM., Schneider M, Zuanon JAS. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers Conserv* 2016; 25(3): 451-466.

Luque JL, Chaves ND. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos de *Pomatomus saltator* (Osteichthyes: Pomatomidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Rev Bras Zool* 1999; 16(3): 711-723.

Madi RR, Ueta MT. Parasitas de peixes como indicadores ambientais. In: Silvasouza AT, Lizama MAP, Takemoto RM. Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos. Maringá: Massoni; 2012. p 33-58.

Magurran AE. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science; 2004.

Martins AN. *Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes anostomídeos de Reservatório de Três Marias, Alto do Rio São Francisco, Minas Gerais*. [Tese] Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2012.

Martins NA, Sabas CSS, Brasil-Sato MC. *Prosthenthystera obesa* (Diesing, 1850) (Digenea, Callodistomidae) in the São Francisco River Basin, Brazil: New host records and their ecological parameters. *Neotrop Helminthol* 2012; 6(1): 31- 41.

Medeiros Y, Pinto IM, Stifelman GM, Faria AS, Pelli JCS, Rodrigues RF et al. Participação Social no Processo de Alocação de Água, no Baixo Curso do Rio São Francisco. Projeto de pesquisa MCT/CNPq/CT-Hidro no 45/2006. 2010.

Monteiro CM, Santos MD, Zuchi NA, Brasil-Sato MC. Ecological parameters of the endohelminths in relation to size and sex of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Zool* 2009; 26(4): 753-757.

Morais AM. *Biodiversidade de parasitos da piranha vermelha *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes; Serrasalminidae) e sua avaliação como bioindicadores na Amazônia Central* [Tese]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2012.

Rohde K, Hayward C, Heap M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *Int J Parasitol* 1995; 25(8): 945-970.

Santos MD, Thatcher V, Brasil-Sato MC. *Brasergasilus bifurcatus* sp. nov. (Copepoda, Ergasilidae, Abergasilinae) from the gills and nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Parasitol* 2007; 52(3): 268-272.

Silva-Souza ATOA, Shibatta T, Matsumura-Tundisi JG, Tundisi FAD. Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. In: Matsumura-Tundisi JG, Tundisi FAD, Galli EDS. Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e controle. São Carlos: Instituto Nacional de Ecologia; 2006. p. 373-386.

Takemoto R M, Pavanelli GC, Lizama MA, Lacerda AC, Yamada FH, Moreira LH, Ceschini TL, Bellay S. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Braz J Biol* 2009; 69(2): 691-705.

Thatcher V, Santos MD, Brasil-Sato MC. *Gamidactylus piranhus* sp. nov. (Copepoda, Vaigamidae) from the nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Parasitol* 2008; 53(3): 284-288.

Valtonen ET, Prost M, Rahkonen R. Seasonality of two gill monogeneans from two freshwater fish from an oligotrophic lake in northeast Finland. *Int J Parasitol* 1990; 20(1): 101-107.

Williams HH, Mackenzie K, Mccarthy AM. Parasites as biological, indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 1992; 2(2): p.144-176.

Yamada FH, Bongiovani MF, Yamada POF, Silva RJ. Parasite infracommunities of *Leporinus friderici*: A comparison of three tributaries of the Jurumirim Reservoir in southeastern Brazil. *An Acad Bras Cienc* 2017; 89(2): 953-963.

Zar JH. *Biostatistical analysis*. 5<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall Inc

## CAPÍTULO 4 – COMUNIDADE PARASITÁRIA DE *Leporinus macrocephalus* E *Schizodon nasutus* COLETADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

**RESUMO-** Foram investigadas as faunas parasitárias de 42 *Leporinus macrocephalus* e 37 *Schizodon nasutus* nos Rios Grande e Mogi Guaçu, respectivamente, objetivando compará-las em composição e estrutura das comunidades seguindo-se metodologias usuais no estudo dos parasitas. Foram identificadas no total 12 espécies de parasitas nas duas espécies de hospedeiros, 11 em *L. macrocephalus* e cinco em *S. nasutus*, sendo que quatro delas foram compartilhadas entre as duas espécies de hospedeiros. *Leporinus macrocephalus* apresentou uma diversidade superior a *S. nasutus* pelos índices de diversidade de Brillouin, enquanto *S. nasutus* apresentou um valor de índice de Simpson superior ao de *L. macrocephalus*, indicando que nessa espécie, a dominância, probabilidade de dois parasitas de *S. nasutus* quando pegos ao acaso serem da mesma espécie, é bem maior de que em *L. macrocephalus*. A prevalência total em *L. macrocephalus* foi de 95,23%, sendo identificadas os parasitas: *Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Tereancistrum paranaensis*, *Tereancistrum parvus*, *Jainus leporini*, *Urocleidodes naris*, *Urocleidodes paradoxus*, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*, *Clinostomum* sp. (metacercárias) e *Gamispatulus schizodontis*. Todas essas espécies de parasitas são novos registros de hospedeiro e localidade. Em *S. nasutus*, a prevalência foi de 67,56% e as cinco espécies identificadas: *U. paradoxus*, *J. leporini*, *T. parvus*, *P. (S.) inopinatus* e *Contraecaecum* sp. (larvas). As espécies *U. paradoxus*, *J. leporini* e *T. parvus* são pela primeira descritos em *S. nasutus* e no Rio Mogi Guaçu. As faunas de ecto e endoparasitas das espécies de anostomídeos estudadas foram semelhantes em composição, porém diferem entre diversidade e frequência. Os ectoparasitas, como monogeneas foram mais abundantes em *L. macrocephalus* enquanto em *S. nasutus*, *P. (S.) inopinatus* foi a espécie com maior prevalência e mais abundante. A principal diferença encontrada entre as faunas dos dois hospedeiros foi referente às taxas de uso de cada espécie hospedeira pelos diferentes parasitas.

**Palavras-chave:** Rio Grande; Rio Mogi Guaçu; Anostomidae; indicadores ecológicos.



## PARASITE COMMUNITY OF *Leporinus macrocephalus* AND *Schizodon nasutus* COLLECTED IN GRANDE RIVER BASIN

**ABSTRACT-** Were investigated the parasitic fauna of 42 *Leporinus macrocephalus* and 37 *Schizodon nasutus* were investigated in the Grande and Mogi Guaçu Rivers, respectively, with the goal of compare them in the composition and structure of the communities following by usual methodologies in the study of the parasites. A total of 12 parasite species were identified in *L. macrocephalus* (n = 11) and *S. nasutus* (n = 5), four of which were shared between the two hosts species. *L. macrocephalus* presented a diversity superior to *S. nasutus* by the diversity indexes of Brillouin, while *S. nasutus* presented a value of Simpson index superior to *L. macrocephalus*, indicating that in this species, a dominance, probability of two parasites of *S. nasutus* when caught in the same case, is much greater than in *L. macrocephalus*. The total prevalence in *L. macrocephalus* was 95.23%, the following parasites were identified: *Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Tereancistrum paranaensis*, *Tereancistrum parvus*, *Jainus leporini*, *Urocleidodes naris*, *Urocleidodes paradoxus*, *P. (S.) inopinatus*, *Clinostomum sp.* (Metacercariae) and *G. schizodontis*. All these species of parasites are new reports of host and locality. While in *S. nasutus*, the prevalence was 67.56% and the five species identified were: *U. paradoxus*, *J. leporini*, *T. parvus*, *P. (S.) inopinatus* and *Contracaecum sp.* (Larvae). The species *U. paradoxus*, *J. leporini* and *T. parvus* are first described in *S. nasutus* and in the Rio Mogi Guaçu. The ecto and endoparasite faunas of the anostomid species studied were similar in composition, but differed between diversity and frequency. The ectoparasites, as monogeneas were more abundant in *L. macrocephalus* whereas in *S. nasutus*, *P. (S.) inopinatus* was the species with greater prevalence and more abundant. The main difference found between the faunas of the two hosts was related to the use rates of each host species by the different parasites.

**Keywords:** Grande River; Mogi Guaçu River; Anostomidae; ecological indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

A Família Anostomidae é muito grande e apresenta 138 espécies registradas para a América do Sul e Central. Estão divididas em 12 gêneros, sendo peixes com formato fusiforme incluindo espécies que variam de 10 cm até 80 cm de comprimento. São peixes em sua maioria de hábito onívoros e que estão presentes em todas bacias hidrográficas do Brasil. Possuem até oito dentes incisiformes em cada maxila (BRITSKI; SATO; ROSA, 1984; GARAVELLO; BRITSKI, 2003).

O gênero *Schizodon*, apesar do número relativamente baixo de espécies descritas, apresenta ampla distribuição pelas bacias hidrográficas da América do Sul. Estão ausentes dos demais rios da costa leste da América do Sul, bem como na região a oeste da Cordilheira dos Andes. Este gênero, bem como a maioria dos gêneros da família Anostomidae, possui espécies com padrões de colorido exclusivos (GARAVELLO, 1994). Algumas espécies do gênero *Leporinus* fazem migrações anuais sendo exploradas por pescadores profissionais, pesca de subsistência e aquicultura como importante fonte de proteína na dieta de parte da população da América do Sul, já que algumas espécies do gênero têm boa qualidade de carne (GARAVELLO; BRITSKI, 2003; GUIDELLI, et al. 2006; AGOSTINHO, 1994; BOUJARD et al., 1997; FROESE; PAULY, 2017).

Apesar da importância e ampla distribuição dos gêneros *Leporinus* e *Schizodon*, os estudos de suas faunas parasitária são concentrados em grupos, espécies de parasitas (PAVANELLI; EIRAS; SARAIVA, 1998; FARIA; SANTOS; BRASIL-SATO, 2004; FELTRAN et al., 2004; KOHN et al., 2011) ou ainda em outras regiões geográficas (MACHADO et al., 1996; GUIDELLI et al., 2006; 2011; AZEVEDO; ABDALLAH; LUQUE, 2010).

Espécies estreitamente relacionadas como *L. macrocephalus* e *S. nasutus*, devem exibir estratégias comportamentais diferenciadas como posição da boca, comportamento migratório e dieta, aspectos que permitem sua coexistência e conseqüentemente algum grau de divergência também nas comunidades de parasitas, tanto em composição quanto em estrutura (BALASSA et al., 2004; GUIDELLI et al., 2006). Enquanto *L. macrocephalus* é considerada onívora, *S.*

*nasutus* é herbívora. Apesar de *L. macrocephalus* ser onívora, tende à herbivoria de acordo com a oferta de alimento do habitat (ALVES; LEÃO; POMPEU, 2007).

Com população de nove milhões de habitantes, a Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) é formada por 393 municípios, dos quais 325 têm área totalmente incluída na BHRG, o que comprova sua grandeza como bacia hidrográfica. Entre as atividades econômicas destaca-se a atividade agrícola, predominante cana de açúcar, café e laranja. Em relação às indústrias predominam as do ramo frigorífico, processamento de laranja e usinas de açúcar e álcool. O turismo é um componente importante na economia dos municípios reconhecidos como estâncias hidrominerais, onde a alta qualidade de seu aquífero subterrâneo é um atrativo que propicia o desenvolvimento de atividades associadas à hotelaria e ao lazer (CBH, 2016).

O presente trabalho teve como objetivo determinar a composição das comunidades de parasitas de *Leporinus macrocephalus* e *Schizodon nasutus* coletados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo foram examinados 42 piauços (*Leporinus macrocephalus*), 17 fêmeas e 25 machos, e 37 taguaras (*Schizodon nasutus*), 15 fêmeas e 22 machos, capturados ao acaso por pescadores artesanais com tarrafas de malha variada. As capturas foram realizadas em pontos diferentes, *S. nasutus* no Rio Mogi-Guaçu (21°55'39.2"S 47°22'23.9"W) e *L. macrocephalus* no Rio Grande (20°17'46.6"S 49°11'04.4"W) nos municípios de Pirassununga-SP e Fronteira-MG (divisa do estado de São Paulo e Minas Gerais), respectivamente.

Os peixes foram colocados individualmente em sacos plásticos e acondicionados em caixas de isopor contendo gelo, para assegurar boas condições do material e o transporte até o laboratório de Parasitologia do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV). No laboratório, foram realizadas biometria, determinação do sexo e identificação segundo os manuais de identificação de Britski et al. (1988; 1999; 2012) e Barbieri e Garavello (1981).

Os procedimentos de necropsia dos hospedeiros e de coleta, conservação e preparação dos parasitas foram realizados conforme Eiras et al. (2006). O número total de cada espécie de metazoário foi obtido por contagem sob estereomicroscópio em placa de Petri marcada de todos espécimes coletados e identificados de cada um dos hospedeiros. A identificação de alguns parasitas foi possível a partir de consulta à bibliografia especializada. Para a identificação das monogeneas, foram consultados os trabalhos de Kritsky, Boeger e Thatcher (1988), Guidelli et al. (2006, 2011), Takemoto et al. (2009), Abdallah, Azevedo e Luque (2012) e Cohen, Justo e Kohn (2013). A identificação das espécies de Nematoda foi baseada na classificação de Moravec (1998) e para determinação das espécies de Crustacea foi utilizado o trabalho de referência de Thatcher e Boeger (1984).

O projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais n. 016229/13 e Autorização do SISBIO nº 39165-2.

Indicadores de infecção/infestação como prevalência, intensidade média e abundância média foram calculados para as espécies de parasitas encontradas nos peixes estudados. A terminologia ecológica empregada está de acordo com Bush et al. (1997). Para análise das infracomunidades obtidas foram determinados os seguintes indicadores: riqueza de espécies, o Índice de diversidade de Brillouin e o Índice de dominância de Simpson. Também foi calculado o Índice de Equatabilidade de Pielou que permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966; MAGURRAN, 2004). Os efeitos do comprimento padrão, peso e sexo do hospedeiro nos descritores de comunidade foram avaliados usando o coeficiente de correlação de postos de Spearman ou Pearson (ZAR, 2010) para as espécies e grupos com prevalência maior que 10%. Previamente à análise estatística, a normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância.

### **3. RESULTADOS**

As médias, desvios padrão comprimento padrão e peso foram em *L. macrocephalus* de  $27,4 \pm 1,89$  cm e  $339 \pm 46,9$  g; e *S. nasutus* de  $25,59 \pm 4,74$  cm e  $239,49 \pm 86,11$  g. Ao todo, foram identificados 12 táxons de macroparasitas. Os

exemplares de *L. macrocephalus* apresentaram uma prevalência total de 95,23%, sendo identificadas 11 espécies de parasitas: *Rhinoxenus arietinus*, *Rhinoxenus nyttus*, *Protorhinoxenus prochilodi*, *Tereancistrum paranaensis*, *Tereancistrum parvus*, *Jainus leporini*, *Urocleidodes naris*, *Urocleidodes paradoxus*, *P. (S.) inopinatus*, metacercárias de *Clinostomum* sp. e *G. schizodontis*. Todas essas espécies de parasitas são novos registros de hospedeiro e localidade, *L. macrocephalus* e Rio Grande, respectivamente. Enquanto que em *S. nasutus*, a prevalência foi de 67,56% e as cinco espécies identificadas: *U. paradoxus*, *J. leporini*, *T. parvus*, *P. (S.) inopinatus* e *Contraecaecum* sp. (larvas). As espécies *U. paradoxus*, *J. leporini* e *T. parvus* são pela primeira descritos em *S. nasutus* e no Rio Mogi Guaçu.

Os valores de prevalência, amplitude da intensidade, intensidade média e abundância média, além do local de infecção/infestação de cada espécie de parasita encontrado em *S. nasutus* e *L. macrocephalus* estão distribuídos de acordo com as categorias taxonômicas na tabela 1. Ectoparasitas foram, em geral, mais prevalentes e abundantes que endoparasitas em *L. macrocephalus*, sendo *U. paradoxus* a espécie com maior prevalência, 66.67%. Já em *S. nasutus*, *P. (S.) inopinatus* foi a espécie com maior prevalência e abundância total, 40,54% e 21, respectivamente.

**Tabela 1.** Prevalência, abundância média, intensidade média e variação de intensidade dos parasitas encontrados em 42 *Leporinus macrocephalus* (LM) e 43 *Schizodon nasutus* (SN) capturados entre outubro de 2013 a abril de 2016 Rio Grande no município de Fronteira – MG e Rio Mogi Guaçu no município de Pirassununga-SP.

Parasita	Órgão	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média		Variação de intensidade		Total de parasitas	
		LM	SN	LM	SN	LM	SN	LM	SN	LM	SN
<b>Monogenea</b>											
<i>Tereancistrum parvus</i>	brânquias	14,28	8,11	2,33	1	0,33	0,08	1-4	-	14	3
<i>Jainus leporini</i>	brânquias	61,90	18,92	4,84	1,43	3	0,27	1-13	1-2	126	10
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	brânquias	66,67	27,03	8,07	2	5,38	0,54	1-45	1-5	226	20
<i>Tereancistrum paranaensis</i>	brânquias	7,14	-	1	-	0,07	-	-	-	3	-
<i>Urocleidoides naris</i>	brânquias/narina	40,48	-	1,41	-	0,57	-	1-3	-	24	-
<i>Rhinoxenus arietinus</i>	narina	50	-	1,28	-	0,64	-	1-3	-	27	-
<i>Rhinoxenus nyttus</i>	narina	28,57	-	1,08	-	0,31	-	1-12	-	13	-
<i>Protorhinoxenus prochilodi</i>	tegumento	11,90	-	1,4	-	0,16	-	1-2	-	7	-
<b>Nematoda</b>											
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	intestino	50	40,54	2	1,4	1	0,57	1-5	1-3	42	21
<i>Contraecaecum</i> sp.	bexiga natatória	-	8,11	-	1	-	0,08	-	-	-	3
<b>Digenea</b>											
<i>Clinostomum</i> sp. 2	intestino	16,66	-	5,71	-	0,95	-	1-14	-	40	-
<b>Crustacea</b>											
<i>Gamispatulus schizodontis</i>	tegumento	78,57	-	4,03	-	3,16	-	1-16	-	133	-
<b>TOTAL</b>										<b>665</b>	<b>57</b>

Entre as espécies analisadas, *S. nasutus*, coletados no Rio Mogi Guaçu, foi a espécie com menor diversidade, com 5 espécies de parasitas identificadas, o índice de diversidade de Brillouin foi  $0,86 \pm 0,35$ . Em contrapartida, *L. macrocephalus* coletados no Rio Grande, foi o grupo de hospedeiros com maior diversidade, tiveram 11 espécies de metazoários identificadas, com Índice de Brillouin  $1,73 \pm 0,23$ , sendo o índice de diversidade de *L. macrocephalus* significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que o de *S. nasutus*. O valor do Índice de Simpson, um indicativo de dominância, apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ), sendo maior em *S. nasutus* do que em *L. macrocephalus*, indicando que entre *S. nasutus* a probabilidade de dois parasitas pegos ao acaso serem da mesma espécie é bem alta quando comparada a outra espécie de hospedeiro. Os parasitas *U. paradoxus* e *P. (S.) inopinatus* foram em números a espécie mais abundante, em *L. macrocephalus* e *S. nasutus*. O Índice de Equabilidade de Pielou foi maior em *S. nasutus* do que *L. macrocephalus* ( $p < 0,05$ ) que corrobora com os valores de diversidade e dominância encontrados.

**Tabela 2.** Índices ecológicos *Schizodon nasutus* e *Leporinus macrocephalus* coletados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande no período entre outubro de 2013 a abril de 2016.

Hospedeiro	Índice de diversidade Brillouin	Índice de Dominância de Simpson	Índice de Equabilidade de Pielou
<b>Rio Mogi Guaçu</b>			
<i>S. nasutus</i>	$0,86 \pm 0,35^B$	$0,80 \pm 0,25^A$	$0,94 \pm 0,07^A$
<b>Rio Grande</b>			
<i>L. macrocephalus</i>	$1,73 \pm 0,23^A$	$0,39 \pm 0,19^B$	$0,83 \pm 0,12^B$
p	$6,80E-13^*$	$7,71E-08^*$	$0,0005^*$

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa entre as espécies.

\*diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

(p = nível de significância).

Para as duas espécies estudadas, não houve correlação com o sexo e a abundância parasitária. Foi verificado se havia correlação entre os dados biométricos, peso e comprimento padrão, e a abundância parasitária de *S. nasutus* coletados no Rio Mogi Guaçu e observou-se correlação positiva significativa pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ) entre essas características fenotípicas e abundância de *P. (S.) inopinatus* (Quadro 1). No caso de *L. macrocephalus*, foi constatada correlação positiva entre os dados biométricos e a abundância parasitária de *P. prochilodi* e *R. nyttus* ( $p < 0,05$ ) (Quadro 2).

**Quadro 1.** Valores do coeficiente de correlação por postos de Spearman (*rs*) para avaliar a relação entre a abundância dos componentes da comunidade parasitária e o comprimento padrão e peso de 37 exemplares de *Schizodon nasutus* capturados em no Rio Mogi Guaçu no município de Pirassununga – SP.

	Comprimento padrão		Peso	
	<i>rs</i>	<i>p</i>	<i>rs</i>	<i>p</i>
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	0,038	0,819	0,115	0,497
<i>Jainus leporini</i>	0,071	0,672	0,169	0,317
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	0,357	0,030*	0,34	0,039*

(\*) valores significativos ( $p < 0,05$ ).

(*p* = nível de significância).



**Quadro 2.** Valores do coeficiente de correlação por postos de Spearman (*rs*) para avaliar a relação entre a abundância dos componentes da comunidade parasitária e o comprimento padrão e peso de 42 exemplares de *Leporinus macrocephalus* capturados em no Rio Grande no município de Fronteira– MG.

	Comprimento padrão		Peso	
	<i>rs</i>	<i>p</i>	<i>rs</i>	<i>p</i>
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	0,191	0,225	0,197	0,211
<i>Jainus leporini</i>	-0,063	0,690	0,080	0,614
<i>Tereancistrum parvus</i>	-0,090	0,569	-0,035	0,821
<i>Protorhinoxenus prochilodi</i>	0,350	0,022*	0,374	0,014*
<i>Rhinoxenus arietinus</i>	0,211	0,178	0,172	0,274
<i>Rhinoxenus nyttus</i>	0,306	0,048*	0,325	0,035*
<i>Urocleidoides naris</i>	-0,019	0,902	0,010	0,946
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	0,129	0,414	0,180	0,252
<i>Gamispatulus schizodontis</i>	0,300	0,05	0,220	0,161
<i>Clinostomum sp.</i>	-0,186	0,238	0,097	0,538

(\*) valores significativos ( $p < 0,05$ ).

(*p* = nível de significância).

#### 4. DISCUSSÃO

As faunas parasitárias estudadas diferiram entre si quanto a riqueza de espécies, sendo maior em *L. macrocephalus* ( $n=11$ ) do que *S. nasutus* ( $n=5$ ), além disso, foram diferentes entre si pela na prevalência e abundância de parasitas dos táxons encontrados, visto que em *L. macrocephalus* a espécie mais abundante e mais recorrente foi *U. paradoxus*, espécie de ectoparasita, e em *S. nasutus*, *P. (S.) inopinatus*, um endoparasita. Essas características foram diferentes das observadas para *Schizodon borelli*, um anostomídeo do Rio Paraná que apresentou baixa diversidade de espécies de endoparasitas, porém com prevalências inferiores a 10%, enquanto que neste estudo a prevalência de *P. (S.) inopinatus* em *S. nasutus* foi de mais de 40% (MACHADO et al., 1996).

A espécie *J. leporini* representa o primeiro registro em *L. macrocephalus* e *S. nasutus* bem como a primeira ocorrência nos rios estudados, já que essa espécie só havia sido registrada anteriormente em uma espécie de peixe da família Anostomidae, *L. copelandii* no rio Guandu (ABDALLAH; AZEVEDO; LUQUE, 2012; COHEN; JUSTO; KOHN, 2013). O parasita *T. parvus* e *U. paradoxus* é pela primeira vez registrado em rios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, sendo antes somente identificado em brânquias de peixes dos Rios Paraná e Solimões (KRITSKY; THATCHER; KAYTON; 1980; KRITSKY; GUIDELLI et al., 2006; TAKEMOTO et al., 2009; COHEN; JUSTO; KOHN, 2013).

Enquanto *T. paranaensis* é pela primeira vez registrado em *L. macrocephalus* e no Rio Grande, antes só havia sido encontrado em *Schizodon borelli* no Rio Paraná (KARLING et al., 2014). O parasita de narinas *U. naris* é pela primeira vez registrado em uma espécie de peixe da Família Anostomidae e em um rio da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, essa espécie só foi descrita parasitando *Hoplias malabaricus* em outras bacias hidrográficas (ROSIM; MENDOZA-FRANCO; LUQUE, 2011). Quanto a *R. arietinus* e *R. nyttus* são pela primeira vez descritos em *L. macrocephalus* e no Rio Grande (KRITSKY; BOEGER; THATCHER, 1988; GUIDELLI et al., 2006; 2011; TAKEMOTO et al., 2009; COHEN; JUSTOS; KOHN, 2013). A espécie *P. prochilodi* é pela primeira vez identificada em *L.* e no Rio Grande, anteriormente só havia registro deste parasita em outros hospedeiros como *Prochilodus lineatus* no Rio Paraná (CUGLIANNA; CORDEIRO; LUQUE, 2009).

O copépoda *G. schizodontis* já foi encontrado na cavidade nasal e brânquias de outras espécies de peixes da Família Anostomidae nas bacias dos Rios Amazonas e Paraná, porém é a primeira vez que são descritos parasitando peixes nos Rio Grande (THATCHER; BOEGER 1984; GUIDELLI et al., 2006; 2009; 2011; LACERDA et al., 2007; TAKEMOTO et al., 2009; LUQUE et al., 2013).

Já as metacercárias de *Clinostomum* sp. só foram citadas em *S. borelli* no Rio Paraná, sendo esse o primeiro registro de metacercárias do gênero *Clinostomum* em *L. macrocephalus* no Rio Grande (MACHADO et al., 1996; GUIDELLI et al., 2006; 2011; TAKEMOTO et al., 2009).

Normalmente, menor número de espécies de endoparasitas e baixas prevalências destes parasitas são reflexos da baixa variedade de alimentos na dieta

e conseqüentemente menores oportunidades de contato com formas infectantes destas espécies (HAHN et al., 2004). No caso de *S. nasutus*, as espécies de endoparasitas identificadas, *P. (S.) inopinatus* e *Contraecaecum* sp. não necessitam da ingestão de hospedeiros intermediários para que estes peixes sejam infectados, uma vez que estas espécies de hospedeiros são herbívoras. Isto mostra que o comportamento alimentar das espécies estudadas foi importante para a determinação das comunidades de endoparasitas. Algumas espécies de ectoparasitas com maiores prevalência e abundância podem ter especificidade à Família Anostomidae, como as monogeneas *U. paradoxus*, *T. parvus* e *J. leporini* (KOHN; COHEN, 1998) que foram identificados parasitando as duas espécies de hospedeiros objeto deste estudo. Pode haver, também, monogeneas espécie-específicas como *Tereancistrum* spp. Algum tipo de especificidade poderia garantir altas abundâncias e prevalências, pois sendo específicos, os parasitas podem investir menos em evasão do sistema imune e mais em alcançar altas abundâncias (POULIN; MOUILLOT, 2004) e também dispor de mecanismos eficazes de encontro com o hospedeiro.

Riqueza e diversidade são ainda, frequentemente relacionadas ao tamanho do corpo dos hospedeiros (GUÉGAN; HUGUENY, 1994; GUÉGAN et al., 1992). Para ectoparasitas, um aumento na riqueza ou níveis de infestação com o tamanho do corpo pode representar maior disponibilidade de habitat (JANOVY; HARDIN, 1987). No presente estudo, *L. macrocephalus*, hospedeiros maiores que *S. nasutus*, apresentaram uma diversidade maior de ectoparasitas do que a outra espécie de hospedeiros. Peixes maiores possuem uma grande superfície branquial, comportando um número bem maior de parasitas, os quais possuem um tamanho bem reduzido sendo menores que um milímetro (THATCHER, 2006). Devido à grande superfície branquial e o reduzido tamanho dos parasitas, um grande número destes organismos pode ser esperado. Além disso, por serem altamente vascularizadas e conseqüentemente bem oxigenadas, as brânquias são consideradas um ótimo substrato (SCHMIDT-NILSEN, 2002). Enquanto que para os endoparasitas, o aumento na riqueza ou nos níveis de infecção estão ligados a mudanças comportamentais ou tróficas ao longo da vida do hospedeiro (ESCH et al., 1990). O sexo parece não ser determinante ou muito importante para a riqueza e diversidade das infracomunidades nos dois hospedeiros, já que neste estudo, não houve

correlação de sexo e abundância parasitária. A ausência de relação entre o sexo dos hospedeiros e a diversidade ou a riqueza de parasitas parece ser um padrão, porque foi observada também para outras espécies de anostomídeos (GUIDELLI et al., 2003; MACHADO et al., 2000).

## 5. CONCLUSÕES

Todas as espécies de parasitas identificadas em *L. macrocephalus* e no Rio Grande são novos registros de hospedeiro e localidade. Enquanto que em *S. nasutus* são pela primeira descritos nesse hospedeiro e no Rio Mogi Guaçu. As faunas parasitárias das espécies de anostomídeos estudadas são semelhantes em composição, porém com diferenças em diversidade e frequência. As monogêneas foram mais abundantes em *L. macrocephalus* enquanto que em *S. nasutus*, *P. (S.) inopinatus* foi a espécie com maior prevalência e mais abundante. A principal diferença encontrada entre as faunas dos dois hospedeiros foi referente às taxas de uso de cada espécie hospedeira pelos diferentes parasitas.

## 6. REFERÊNCIAS

ABDALLAH, V. D., AZEVEDO, R. K.; LUQUE, J. L. Three new species of Monogenea (Platyhelminthes) parasites of fish in the Guandu river, southeastern Brazil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 34, n. 4, p. 483-490, 2012.

AGOSTINHO, A. A. Pesquisas, monitoramento e manejo da fauna aquática em empreendimentos hidrelétricos. In: COMASE; ELETROBRÁS. **Seminário sobre Fauna Aquática e o Setor Elétrico Brasileiro**. Rio de Janeiro, 1994. p. 38-58.

ALVES, M. F.; LEÃO, F. P.; POMPEU, P. S. Alimentação do piau-três-pintas *Leporinus reinhardti* (Lütken, 1874) (Anostomidae, Characiformes). **Anais.. VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG. 2007.

AZEVEDO, R. K.; ABDALLAH, V. D., LUQUE, J. L. Acantocephala, Annelida, Arthropoda, Myxozoa, Nematoda and Platyhelminthes parasites of fishes from de Guandu river, Rio de Janeiro, Brazil. **Check list**, v. 6, n. 4, p. 659-667, 2010.

BALASSA, G. C.; FUGI, R.; HAHN, N. S.; GALINA, A. B. Dieta de espécies de Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, n. 1, p. 77-82, 2004.

BARBIERI, G.; GARAVELLO, J. C. Sobre a dinâmica da reprodução e da nutrição de *Leporinus frederici* (Bloch, 1974) na represa do Lobo, Brotas - Itirapina, S.P. (Pisces, Anostomidae). **Anais do II seminário Regional de Ecologia**, Universidade Federal de São Carlos, 1981. p. 347-388.

BOUJARD, T. M.; PASCAL, M.; MEUNIER, F. J.; LE BAIL, P. Y. **Poissons de guyane. Guide écologique de l'approuague et de la réserve des Nouragues**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1997. 219 p.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco)**, Brasília, Câmara dos Deputados/ CODEVASF. 1984. 143p.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**. 3ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados-CODEVASF, 1988. 115p.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1999, 184 p.

BRITSKI, H. A.; BIRINDELLI, J. L. O.; GARAVELLO, J. C. A new species of *Leporinus* Agassiz, 1829 from the upper Rio Paraná basin (Characiformes, Anostomidae) with redescription of *L. elongatus* Valenciennes, 1850 and *L. obtusidens* (Valenciennes, 1837). **Papéis Avulsos de Zoologia. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 52, n. 37, p. 441-475, 2012.

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

CBH. **Comitê de Bacia Hidrográfica: Rio Grande**. 2016. Disponível em: <http://www.grande.cbh.gov.br>. Acesso em: 31 dez. 2016.

COHEN, S. C.; JUSTO, M. C. N.; KOHN, A. **South American Monogeneoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles**. Rio de Janeiro: Editora Oficina de Livros. 2013. 663 p.

CUGLIANNA, A. M.; CORDEIRO, N S.; LUQUE, J. L. *Apedunculata discoidea* gen. n., sp. n. (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae) from southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, p. 895-898, 2009.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudos e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2ª ed. Maringá: EDUEM-Editora da Universidade Estadual de Maringá, v. 500, 2006. 199p.

ESCH, G. W.; SHOSTAK, A. L.; MARCOGLIESE, D. J.; GOATER, T. M. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. In: ESCH, G.W.; BUSH, A. O.; AHO, J. M. (Ed.). **Parasite communities: patterns and process**. New York: Chapman e Hall, 1990. p. 1-19.

FARIA, M. S.; SANTOS, M. D.; BRASIL-SATO, M. C. Análise comparativa do parasitismo por *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) (Nematoda) entre duas espécies de anostomídeos do reservatório de Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, s.1, p. 391-396, 2004.

FELTRAN, R. B.; MARÇAL Jr, O.; PINESE, J. F.; TAKEMOTO, R. M. Prevalência, abundância, intensidade e amplitude de infecção de nematóides intestinais em *Leporinus friderici* (Bloch, 1974) e *L. obtusidens* (Valenciennes, 1836) (Pisces, Anostomidae), na represa de Nova Ponte (Perdizes, MG). **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 6, n. 2, p. 169-179, 2004.

FROESE, R.; PAULY, D. Editors. Fishbase: World Wide Web electronic publication. Disponível em: <<http://www.fishbase.org>. Version 02/2017. Acesso em: 12 maio 2017.

GARAVELLO, J. C. Descrição de uma nova espécie do gênero *Schizodon* Agassiz da bacia do rio Uruguai, Brasil (Ostariophysi, Anostomidae). **Comunicações do Museu de Ciências de PUCRS, Série Zoológica**, Porto Alegre v. 7, p. 167-178, 1994.

GARAVELLO, J. B.; BRITSKI, H. A. Family Anostomidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (Eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 71-84.

GUÉGAN, J. F.; LAMBERT, A.; LÉVEQUÊ, A.; COMBES, C.; EUZET, L. Can host body size explain the parasite species richness in tropical freshwater fishes. **Oecologia**, Berlim, v. 90, n. 2, p. 197-204, 1992.

GUÉGAN, J. F.; HUGUENY, B. A nested parasite specie subset pattern in tropical fish - host as major determinan of parasite infracommunity structure. **Oecologia**, Berlim, v. 100, n. 1-2, p. 184-189, 1994.

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

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 281-290, 2006.

GUIDELLI, G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Ecologia das infrapopulações ectoparasitas das cavidades nasais de *Leporinus lacustris* (Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 209-214, 2009.

GUIDELLI, G; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M; PAVANELLI, G. C. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 177, p. 145-151, 2011.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I. F. Trophic Ecology of Fish Assemblages. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.) **The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 381-393.

JANOVY, J.; HARDIN, E. L. Populations dynamics of the parasites in *Fundulus zebrinus* in the Platte river of Nebraska. **Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 73, p. 689-696, 1987.

KARLING, L. C.; LOPES, L. P. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. New species of *Tereancistrum* (Dactylogyridae) monogenean parasites of *Schizodon*



*borellii* (Characiformes, Anostomidae) from Brazil, and emended diagnosis for *T. parvus*. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, p. 365-369, 2014.

KOHN, A.; COHEN, S. C. South American Monogenean – list of species, hosts and geographical distribution. **Internacional Journal of Parasitology**, Kidlington, v. 28, p. 127-132, 1998.

KOHN, A.; MORAVEC, F.; COHEN, S. C.; CANZI, C.; TAKEMOTO, R. M.; FERNANDES, B. M. M. Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. **Check list**, v. 7, n. 5, p. 681-690, 2011.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; KAYTON, R. J.. Neotropical Monogenea. 3. Five new species from South America with the proposal of *Tereancistrum* gen. n. and *Trinibaculum* gen. n. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). **Acta Amazonica**, v. 10, p. 411-417, 1980.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 53, p. 1-3, 1986.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A.; THATCHER, V. E. Neotropical Monogenea. 11. *Rhinoxenus*, new genus (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) with descriptions of three new species from the nasal cavities of amazonian characoidea. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 101, p. 87-94, 1988.

LACERDA, A. C. F.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. 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**, v. 29, n. 4, p. 429-435, 2007.

LUQUE, J. L.; VIEIRA, F. M.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C. Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. **Check List**, v. 9, n. 6, p. 1449–1470, 2013.

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 River Paraná. **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 Port Rico, State of Paraná, Brazil. **Comparative Parasitology**, Washington, D.C., v. 67, p. 210-217, 2000.

MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science, 2004. 260 p.

MORAVEC, F. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region**. Praga: Academia. 1998. 464 p.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; SARAIVA, A. *Henneguya* spp. (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae), parasitas de peixes do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 20, n. 2, p. 161-163, 1998.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

POULIN, R.; MOUILLOT, D. The relationship between specialization and local abundance: the case of helminth parasites of birds. **Oecologia**, Berlim, v. 140, p. 372-378, 2004.

ROSIM, D. F.; MENDOZA-FRANCO, E.; LUQUE, J. L. New and previously described species of *Urocleidoidea* (Monogenoidea: Dactylogyridae) infecting the gills and nasal cavities of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) from Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 97, p. 406-417, 2011.

SCHMIDT-NIELSEN, K. 2002. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5 ed. Santos: Livraria Editora, São Paulo. 611 p.

TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; LIZAMA, M. A.; LACERDA, A. C.; YAMADA, F. H.; MOREIRA, L. H.; CESCHINI, T. L.; BELLAY, S. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 691-705, 2009.

THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. Sofia e Moscow: Pensoft Publishers, 2006. 508 p.

THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. The parasitic Crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon, 15, *Gamispatululus schizodontis* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida: Vaigamidae) from the nasal fossae of *Schizodon fasciatus* Agassiz. **Amazoniana**, v. 9, p. 119-126, 1984.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5rd ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.; 2010.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desta pesquisa houveram algumas dificuldades que nos fizeram modificar a proposta inicial, mas que no entanto nos permitiram cumprir com os objetivos propostos. A primeira grande dificuldade foi o período de estiagem na região sudeste do país entre 2012 e 2014 que dificultou a captura dos peixes devido ao baixo nível da água e a pouca oferta de exemplares da Família Anostomidae. Posteriormente, houve a perda de material que encontrava-se congelado no laboratório devido a falta de energia. No entanto ao final deste trabalho conseguimos concluir que:

- As comunidades parasitárias das espécies de peixes da Família Anostomidae apresentam padrões de estruturação semelhantes entre si.
- Há novos registros de parasitas em hospedeiros e localidades.
- As comunidades parasitárias das espécies de peixes da Família Anostomidae variaram espacialmente, porém essa similaridade não apresentou declínio com o aumento da distância.
- Houve correlação, negativa e positiva, entre a abundância parasitária de espécies de monogeneas e também do nematódeo *P. (S.) inopinatus* e as características fenotípicas (peso e comprimento total) das espécies de peixes estudadas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande e Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.
- As monogeneas é o grupo de parasitas predominante nas comunidades parasitárias dos peixes da Família Anostomidae estudados, com exceção de *L. reinhardti*, no qual o nematódeo *P. (S.) inopinatus* foi a espécie mais predominante.
- As comunidades parasitárias das espécies de peixes da Família Anostomidae são muito semelhantes quanto a sua composição, porém diferem entre si em relação a prevalência e abundância parasitária de cada uma das espécies de parasitas.

Os trabalhos oriundos dessa tese trarão informações ainda desconhecidas dessas espécies de hospedeiros. Quanto ao estudo da ecologia parasitária,

principalmente a respeito da variação espacial, algumas questões precisam ainda ser respondidas, por isso sugere-se que sejam realizados estudos com espécies próximas filogeneticamente, porém capturados em bacias hidrográficas mais distantes entre si e isoladas geograficamente.