

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

*Biodiversidade de parasitas de peixes da família
Loricariidae (Teleostei: Siluriformes) procedentes do rio
Sapucaí-Mirim, Brasil*

Lidiane Franceschini

Botucatu, SP
2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

*Biodiversidade de parasitas de peixes da família
Loricariidae (Teleostei: Siluriformes) procedentes
do rio Sapucaí-Mirim, Brasil*

Lidiane Franceschini

Orientador: Prof. Adj. Reinaldo José da Silva

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de
Biociências da Universidade Estadual Paulista –
UNESP, Campus de Botucatu/SP, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor em
Ciências Biológicas (Zoologia).

**Botucatu, SP
2016**

As referências do presente trabalho foram elaboradas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT/NBR 6023, e citações de acordo com ABNT/NBR 10520

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

Franceschini, Lidianne.

Biodiversidade de parasitas de peixes da família Loricariidae (Teleostei: Siluriformes) procedentes do rio Sapucaí-Mirim, Brasil / Lidianne Franceschini. - Botucatu, 2016

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

Orientador: Reinaldo José da Silva
Capes: 20400004

1. Cascudo (Peixe). 2. Biodiversidade - Conservação.
3. Doenças parasitárias. 4. Infestações ectoparasitárias.
5. Usinas hidrelétricas. 6. Avaliação de riscos ambientais.

Palavras-chave: Cascudos; Ectoparasitas; Endoparasitas; Peixes dulcícolas; Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Dedicatória

Dedicatória

"Você nasceu no lar que precisava nascer, vestiu o corpo físico que merecia, mora onde melhor Deus te proporcionou, de acordo com o teu adiantamento. Você possui os recursos financeiros coerentes com tuas necessidades... nem mais, nem menos, mas o justo para as tuas lutas terrenas. Seu ambiente de trabalho é o que você elegeu espontaneamente para a sua realização. Teus parentes e amigos são as almas que você mesmo atraiu, com tua própria afinidade. Portanto, teu destino está constantemente sob teu controle.

Você escolhe, recolhe, elege, atrai, busca, expulsa, modifica tudo aquilo que te rodeia a existência. Teus pensamentos e vontades são a chave de teus atos e atitudes. São as fontes de atração e repulsão na jornada da tua vivência. Não reclame, nem se faça de vítima. Antes de tudo, analisa e observa. A mudança está em tuas mãos.

Reprograma tua meta, busca o bem e você viverá melhor. Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim."

(Chico Xavier)

***Dedico este trabalho a minha família e amigos, que me fortalecem a cada dia.
Amo vocês!***

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém
ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”*

(Arthur Schopenhauer)

Agradecimientos

Agradecimentos

Agradeço a Deus, pela força, perseverança e fé em todos os momentos da minha vida. Por me mostrar o quão pequeno são nossos problemas, diante a dádiva da vida!

Aos meus pais, José Antônio e Aparecida Maria, por todo amor, paciência, carinho, compreensão e incentivo aos estudos, desde os meus primeiros anos de vida. Amo vocês!

A toda minha família, em especial, aos meus irmãos Greicy, Jéssica, Nicolas e Júlia, e ao meu sobrinho Guilherme: vocês fazem parte da minha essência... cada um tem um pedacinho de mim, resultado do convívio e laços de amor! Obrigada por compreenderem minha ausência física em tantos momentos especiais...

Ao Igor, por todo respeito, apoio, carinho, cumplicidade, paciência e amor! Obrigada por dividir sua vida comigo!

A extensão da minha família: Leonir, Jair e Marcela, por todo amor, acolhimento e aconchego que me trazem quando estou com vocês!

A professora e amiga Maria Conceição Zocoler Seno, por quem tenho imenso carinho e admiração! Foi quem despertou em mim o interesse pela pesquisa, e que sempre será um exemplo de conduta em minha vida pessoal e acadêmica!

Ao meu orientador e amigo Reinaldo José da Silva, por todo apoio, confiança, credibilidade e oportunidades durante todos estes anos de convívio! Sempre será lembrado em minhas conquistas profissionais e pessoais!

Aos amigos do Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres (LAPAS) e do Departamento de Parasitologia, por todo apoio técnico e pessoal, e por tornarem meus dias de trabalho mais felizes!

*Ao professor Edmir Daniel Carvalho (**in memoriam**) e família, pela atenção, acolhimento, credibilidade e apoio que dedicam ao Igor e a mim, sempre dirigidos com muito carinho.*

Aos amigos do Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes, eternos alunos do professor Edmir... em especial, ao Diogo (Pança), André (Sabor), Felipe (Limão), Ricardo, Sandro e Ottilie, por todo apoio nas coletas de campo.

Ao professor Cláudio Henrique Zawadzki, taxonomista de loricarídeos renomado, peça chave para a realização deste trabalho. Obrigada pelas discussões, artigos, dicas... aprendi muito com você!

Ao professor Juan Antonio Balbuena Díaz-Pinés, pela oportunidade de estudar em uma universidade no exterior. Agradeço por toda paciência, confiança, dedicação e disposição para ensinar! Pessoa admirável e excelente profissional!

Aos demais membros do “Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva Cavanilles, Universitat de Valencia, España”, em especial a Abril, Raúl, Natália e Cris, por toda paciência e acolhimento durante minha estadia em Valência.

Ao professor Marcos Gomes Nogueira, pelo apoio nas coletas de campo e disponibilidade de alguns dados para a execução do trabalho. Obrigada pela confiança!

A minha amiga e colaboradora há muitos anos Aline Cristina Zago, com quem compartilho o mérito deste e de tantos outros trabalhos, frutos de anos de convívio e dedicação mútua. Obrigada por tudo!

A FUNEP (Fundação de Apoio a Pesquisa Ensino e Extensão: Processo: 1.01852/2011), CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Processos: 2012/07850-7; 2015/11543-0), pelo apoio científico e financeiro para realização da pesquisa.

A Duke Energy e CELAN (Central Elétrica Anhanguera) pelo suporte logístico

Enfim, agradeço a todas as pessoas que de alguma maneira se fizeram presentes em minha vida durante esse período, me apoiando e incentivando. Vocês foram imprescindíveis para a concretização desse trabalho!

"Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, mas não vai só, nem nos deixa só; leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo."

(Antoine de Saint-Exupéry)

Sumário

<i>Resumo.....</i>	<i>1</i>
<i>Abstract.....</i>	<i>4</i>
<i>Introdução Geral</i>	<i>7</i>
<i>Parasitas como indicadores da integridade ambiental.....</i>	<i>8</i>
<i>Geração de energia x impactos ambientais: cenário atual sobre Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil</i>	<i>11</i>
<i>Área de estudo: rio Sapucaí-Mirim (SP/MG)</i>	<i>13</i>
<i>Hospedeiros analisados: peixes da família Loricariidae (Siluriformes)</i>	<i>19</i>
<i>Chave Provisória para identificação de peixes do gênero <u>Hypostomus</u> procedentes do rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil.....</i>	<i>24</i>
<i>Referências Bibliográficas.....</i>	<i>26</i>
<i>Objetivos.....</i>	<i>31</i>
<i>Artigo 1: Biodiversidade de parasitas de peixes loricarídeos (Teleostei: Siluriformes) do Brasil</i>	<i>34</i>
<i>Resumo.....</i>	<i>35</i>
<i>Abstract.....</i>	<i>36</i>
<i>Introdução.....</i>	<i>37</i>
<i>Material e métodos.....</i>	<i>39</i>
<i>Resultados.....</i>	<i>41</i>
<i>Discussão.....</i>	<i>72</i>
<i>Referências bibliográficas.....</i>	<i>76</i>

<i>Artigo 2: Estrutura espacial de comunidades de parasitas de peixes loricarídeos (Teleostei: Siluriformes) de um rio Neotropical</i>	85
<i>Resumo</i>	86
<i>Abstract</i>	87
<i>Introdução</i>	88
<i>Material e métodos</i>	89
<i>Área de amostragem</i>	89
<i>Amostragem de hospedeiros e parasitas</i>	92
<i>Análises limnológicas</i>	93
<i>Análises estatísticas das comunidades de parasitas</i>	93
<i>Resultados</i>	96
<i>Discussão</i>	123
<i>Referências Bibliográficas</i>	128
 <i>Artigo 3: Nova espécie do gênero <u>Demidospermus</u> (Monogenea: Dactylogyridae) parasita de <u>Loricaria prolixa</u> (Siluriformes: Loricariidae) procedentes do Brasil</i>	133
<i>Resumo</i>	134
<i>Abstract</i>	135
<i>Introdução</i>	136
<i>Material e métodos</i>	137
<i>Descrição</i>	139
<i>Sumário Taxonômico</i>	140
<i>Considerações</i>	141
<i>Discussão</i>	144
<i>Referências Bibliográficas</i>	147
 <i>Considerações finais</i>	151

Resumo

Resumo

Peixes da família Loricariidae (Siluriformes) apresentam grande plasticidade fenotípica intraespecífica durante toda sua ontogenia. O conhecimento limitado sobre os aspectos biológicos, padrões biogeográficos e elevada variabilidade morfológica destes peixes dificultam estudos sobre a biodiversidade acerca deste grupo, incluindo estudos sobre a fauna parasitária. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar levantamento da biodiversidade de parasitas de peixes da família Loricariidae em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. Ademais, avaliar a estrutura das comunidades parasitárias dos hospedeiros analisados (ao nível de infracomunidade e comunidade componente) e possíveis mudanças na abundância das infracomunidades baseadas em variáveis explanatórias (espaciais, temporais e fatores intrínsecos ao hospedeiro). Para tanto, durante os anos de 2012 e 2013 foram realizadas duas amostragens anuais (período seco/chuvoso), em oito áreas amostrais situadas nos reservatórios de três PCHs: Palmeiras, Anhanguera e Retiro. Foram necropsiados 334 loricarídeos pertencentes a 10 espécies: *Loricaria prolixa*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*, *Hypostomus topavae*, *Hypostomus* aff. *topavae*, além de uma espécie não identificada pertencente ao gênero *Hypostomus*. Foram encontrados 29 taxa de parasitas, totalizando 15.957 espécimes, sendo a classe Monogenea a com maior riqueza (13 taxa). Os parasitas observados foram: monogenéticos das famílias Dactylogyridae nas brânquias, Gyrodactylidae nas brânquias e pele (muco) e Microcotylidae na pele (muco). Sete novas espécies de monogenéticos foram encontradas, pertencendo aos gêneros *Demidospermus*, *Trinigyrus* e *Heteropriapulus*. Metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. nos olhos e cavidade celomática e metacercárias de digenéticos encistadas nas brânquias, cavidade ocular, cristalino, serosa do fígado e intestino (Trematoda). Dentre os nematoides foram encontrados *Rhabdochona* sp. (Rhabdochonidae), larvas de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp., adultos de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Camallanidae); larvas de terceiro estágio (L3) de *Contracaecum* sp. (Anisakidae) e larvas e adulto de nematoides não identificados (Nematoda gen. spp.). Além dos helmintos, foram encontrados hirudíneos da família

Glossiphoniidae, na pele, nadadeiras e cavidade bucal, acometendo todas as espécies de loricarídeos e mixozoários do gênero *Myxobolus* em brânquias de *H. ancistroides*. Árvores de Regressão Multivariada (MRT) foram produzidas para verificar os efeitos relativos e interações de fatores relacionados aos hospedeiros (espécie, peso, fator de condição relativo), fatores temporais (estação e ano de captura) e ambientais (local de coleta) sobre a abundância dos parasitas em diferentes escalas de contexto (global, gênero do hospedeiro e local). Os efeitos causados pelas diferenças entre as espécies hospedeiras foram preditores determinantes sobre a abundância parasitária (escalas global, gênero “*Hypostomus*” e local) e *L. proluxa* apresentou a maior diferença na composição e abundância de seus parasitas em relação a *Hypostomus* spp.. A estrutura espacial das infracomunidades de parasitas dos loricarídeos avaliados foi determinada, sobretudo, pelas diferenças entre fatores intrínsecos relacionados as espécies hospedeiras, bem como pela distribuição dos hospedeiros e complexidade estrutural das áreas nas quais foram amostrados.

Palavras-chaves: cascudos; peixes dulcícolas; ectoparasitas; endoparasitas; Pequenas Centrais Hidrelétricas; Árvore de Regressão Multivariada

Abstract

Abstract

Loricariid fishes (Siluriformes) presents great intraspecific phenotypic plasticity throughout their ontogeny. The limited knowledge about the biological aspects, biogeographic patterns of distribution and high morphological variability of these fishes make the studies on biodiversity of this group difficult, including that about parasites. Therefore, the aim of this study was to survey the biodiversity of parasites of Loricariidae fishes from an area under the influence of the construction of Small Hydro Power Plants (SHPPs) in the Sapucaí-Mirim River, São Paulo State, Brazil. Moreover, the study evaluated the structure of parasitic communities of these hosts (at both the component community and infracommunity levels), assessing the possible variation in infracommunity abundance among sites and fish species based on explanatory variables (spatial, temporal, and host traits). During 2012 and 2013, two annual samples (dry/rainy seasons) were carried out, in eight sampling sites situated in the reservoirs of three SHPPs: Palmeiras, Anhanguera, and Retiro. Specimens of *Loricaria prolixa*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*; *Hypostomus topavae*; *Hypostomus* aff. *topavae* and *Hypostomus* sp., were analyzed, totaling 334 fishes. Twenty-nine taxa were found, totaling 15,957 parasite specimens, and Monogenea was the dominant group, which showed the greatest richness (13 taxa). The parasites were identified as follows: monogeneans Dactylogyridae, Gyrodactylidae and Microcotylidae in the gills and skin. Seven new monogenean species were found, belonging to *Demidospermus*, *Trinigyrus* and *Heteropriapulius* genera. *Austrodiplostomum* sp. metacercariae in the vitreous humor and celomatic cavity, and an unidentified metacercariae encysted in the liver and intestine (Trematoda). For Nematoda it was observed: *Rhabdochona* sp. (Rhabdochonidae), larvae of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. and adults of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Camallanidae); third-stage larvae of *Contracaecum* sp. (Anisakidae) and larvae and adult of unidentified nematodes (Nematoda gen. sp.). Besides helminths, Glossiphoniidae hirudineans were found in skin, fins and oral cavity, infesting all the fish species, and mixozoans of the genus *Myxobolus*, parasitizing gills of *H. ancistroides*. Multivariate Regression Trees (MRT) were performed in order to verify the relative effects and

interactions of factors related to the host traits (host species, body weight, and relative condition factor - Kn), temporal (season and year of capture) and environmental (sampling sites) on the abundance of parasite assemblage at several scales context (global, genus, and local scales). The effects caused by differences between host species were a determinant predictor on the parasite abundance of loricariids (global, genus "*Hypostomus*", and local scales), and *L. prolixa* presented a greatest difference in the composition and abundance of their parasites in relation to *Hypostomus* spp.. Therefore, the spatial structure of the infracommunities evaluated was determined, especially, by the intrinsic differences among host species and by the structural complexity of the sampling areas assessed.

Key words: catfishes; freshwater fishes; ectoparasites; endoparasites; Small Hydroelectric Power Plants; Multivariate Regression Trees

INTRODUÇÃO GERAL

Parasitas como indicadores da integridade ambiental

Alterações na estrutura das comunidades biológicas causadas por estressores ambientais, tem recebido atenção por sua possível aplicação como indicadores da integridade ambiental (DUSEK; GELNAR; SEBELOVÁ, 1998). Neste sentido, a maioria dos estudos em reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil, se limita a verificar os impactos relacionados a qualidade de água e ictiofauna local, abordando questões referentes à reprodução e migração de espécies reofílicas de piracema, diversidade e estrutura e composição das comunidades de peixes, introdução de espécies não-nativas, extinção de espécies nativas e alimentação natural (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Poucos estudos relatam impactos causados às populações de parasitas de peixes nestes ecossistemas artificiais (MADI; UETA, 2012).

Além de sua importância ecológica e epidemiológica, parasitas são organismos praticamente ubíquos e podem manifestar mudanças ambientais mais rapidamente que seus hospedeiros (MARCOGLIESE; CONE, 1997; DUSEK; GELNAR; SEBELOVÁ, 1998; SILVA-SOUZA et al., 2006), podendo ser uma boa ferramenta para medida de distúrbios e estresse ambiental. Desempenham, ainda, importante função sobre os ecossistemas, regulando a abundância ou densidade das populações de hospedeiros, estabilizando teias alimentares, contribuindo assim para a estruturação das comunidades animais (POULIN; MORAND, 2004).

A fauna parasitária de populações naturais de peixes depende de vários fatores intrínsecos e extrínsecos aos seus hospedeiros, tais como: variações sazonais do habitat, habitat ocupado, características limnológicas, tipo de fundo, profundidade, biota local, características biológicas e fisiológicas dos hospedeiros (DOGIEL, 1961). Desta forma, considerando o grupo taxonômico ou a espécie de parasita, as condições ambientais podem refletir em alterações na relação parasita-hospedeiro (LAFFERTY, 1997). Qualquer mudança no ambiente podem refletir em alterações na comunidade parasitária, no entanto, o estresse não se manifesta necessariamente como uma diminuição na diversidade na comunidade parasitária (MARCOGLIESE; CONE, 1997; LAFFERTY; KURIS, 1999). Ou

seja, mudanças ambientais podem afetar os parasitas de diversas maneiras, sendo que, o aumento ou decréscimo do parasitismo pode indicar ações antrópicas que estão beneficiando ou prejudicando o desenvolvimento de alguma fase de vida dos parasitas ou dos hospedeiros (LAFFERTY, 1997; LAFFERTY; KURIS, 1999).

Ainda, os parasitas são indicativos de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, incluindo a dieta, comportamento alimentar, migração, recrutamento e filogenia (WILLIAMS; MacKENZIE; McCARTHY, 1992; GALLI et al., 2001). Táticas de vida relacionadas ao hábito e estratégia alimentar do hospedeiro, são características que influenciam diretamente a composição da fauna parasitária, sobretudo de endoparasitas. Helmintos parasitas geralmente exibem algum grau de especificidade pelo hospedeiro intermediário, de modo que, a presença destes parasitas no peixe indica, indiretamente, a predação de determinado organismo em particular (WILLIAMS; MacKENZIE; McCARTHY, 1992), ou simplesmente, a presença de ambos no mesmo ambiente, em caso de parasitas que penetram ativamente em seus hospedeiros, como algumas cercárias de digenéticos.

As populações de endoparasitas transmitidos por meio da cadeia alimentar, podem ter sua dinâmica alterada por diversos fatores. Dentre eles, destacam-se as alterações na disponibilidade de alimentos resultante do represamento, principalmente quando estes itens se referem a organismos que agem como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos de parasitas de ciclo heteroxeno, tais como outras espécies de peixes (presa) e invertebrados (insetos, moluscos e crustáceos) (DOGIEL, 1961; LAFFERTY, 1997). Sabe-se que a dieta dos peixes também pode ser alterada pelo represamento, de modo que, peixes de populações naturais de rios apresentam dieta mais diversificada que aqueles de lagos e reservatórios, que podem alterar rapidamente seu regime alimentar em função da disponibilidade de alimentos alternativos (TORLONI et al., 1986), alterando, conseqüentemente, as relações daqueles parasitas transmitidos por meio de interações tróficas. Por conseguinte, a alteração do ambiente lótico em lântico resultante da construção da barragem, pode favorecer o desenvolvimento de macrófitas no reservatório, que servem como substrato e abrigo para alguns invertebrados, como moluscos, crustáceos e

hirudíneos, que agem como hospedeiros intermediários de várias espécies de parasitas (MACHADO; PAVANELLI; TAKEMOTO, 1996).

Alguns autores apontam os endoparasitas como a ferramenta mais apropriada para análises de distúrbios ambientais, uma vez que alguns apresentam ciclo biológico complexo (heteroxeno), podendo apresentar hospedeiros intermediários e paratênicos. Sendo assim, a flutuabilidade na estrutura populacional das comunidades destes hospedeiros pode representar uma medida indireta destes distúrbios, favorecendo ou suprimindo tais comunidades (CONE; MARCOGLIESE; WATT, 1993). No entanto, outros indicam os ectoparasitas, sobretudo, os monogenéticos, como melhores indicadores, uma vez que estão em contato direto com o ambiente, respondendo mais rapidamente às alterações ambientais (LAFFERTY, 1997; DUSEK; GELNAR; SEBELOVÁ, 1998; SURES, 2001).

Certos parasitas podem, ainda, ser chamados de “sentinelas”, pois possuem a habilidade de concentrar poluentes presentes no ambiente nos quais encontram-se seus respectivos hospedeiros (LAFFERTY, 1997; SURES, 2004). O uso destes organismos para monitoramento ambiental possui vantagens quando comparados com as análises de água e sedimento convencionais, uma vez que apenas as frações dos poluentes que estão biologicamente disponíveis no ambiente são absorvidas e concentradas pelos parasitas, mesmo que a quantidade de poluente seja relativamente pequena (SURES, 2004). Cestoides e acantocéfalos, por exemplo, já foram descritos como bons indicadores da presença de metais pesados, concentrando estas substâncias em ordem de magnitude maior do que nos tecidos de seus hospedeiros ou no ambiente (SURES, 2001; SURES, 2003; SURES, 2004).

Desta forma, a análise de parasitas pode então ser considerada uma ferramenta complementar às tradicionais análises químicas da água e sedimento e aos ensaios biológicos utilizados como indicadores de disfunção do ecossistema, além de representar um importante instrumento de avaliação da biodiversidade, oferecendo informações para uma maior compreensão da biologia do hospedeiro, estrutura da cadeia trófica e da relação parasita-hospedeiro-ambiente (GALLI et al., 2001; MADI; UETA, 2012).

Geração de energia x impactos ambientais: cenário atual sobre Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil

O Brasil possui situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país, 43,9% da Oferta Interna de Energia (OIE) é renovável, enquanto a média mundial é de 14% e nos países desenvolvidos, de apenas 6% (BRASIL, 2015a). De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Brasil possui cerca de 4.216 empreendimentos em operação, que correspondem a uma capacidade instalada de 138.253.475 kW (BRASIL, 2015b). Do total de usinas, 468 são Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), 197 são hidrelétricas (UHE), 2.742 são termelétricas (UTE) abastecidas por fontes diversas (gás natural, biomassa, óleo diesel e óleo combustível), duas termonucleares (UTN), 517 centrais geradoras hidrelétricas (CGH), 265 eólicas (EOL) e 25 solares (UFV) (BRASIL, 2015a). Atualmente, estas 468 PCHs em operação, apresentam potência fiscalizada de 4.817.810 kW, representando 3,48% de toda a energia elétrica produzida no Brasil (BRASIL, 2015a), com tendência crescente por meio da instalação de mais 35 PCHs ainda em fase de construção.

As PCHs têm sido consideradas, desde 1998, um dos principais focos de prioridade no fomento à expansão do setor elétrico pelos órgãos públicos (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). De acordo com a resolução nº 652 - 09-12-2003 da ANEEL, será considerado com características de PCH o aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1,0 MW e igual ou inferior a 30,0 MW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km² (BRASIL, 2003).

O desenvolvimento econômico acentuado no início do século XX, expresso, sobretudo pela instalação de indústrias e crescimento das cidades brasileiras, impôs uma elevada demanda de energia elétrica, com tendência crescente (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Nesse contexto, as quedas d'água de pequeno e médio porte representaram uma importante opção de geração de energia. As PCHs surgiram como uma alternativa viável, devido ao custo acessível, ao menor prazo de implementação e maturação do investimento, às facilidades oferecidas pela legislação e à disposição das concessionárias de energia elétrica de comprarem o excedente de energia gerada por

autoprodutores, além de disponibilizarem o acesso às suas linhas de transmissão a longa distância (MOREIRA et al., 1996; SÃO PAULO, 2004; BRASIL, 2015a).

Este tipo de hidrelétrica é utilizado principalmente em rios de pequeno e médio porte que possuam desníveis significativos durante seu percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). O suposto “reduzido impacto ambiental” é um dos principais atrativos e estímulo para a construção deste tipo de usina (SÃO PAULO, 2004). No entanto, do ponto de vista ambiental, uma PCH não está automaticamente associada a impactos ambientais de menor significância ou magnitude. Tal avaliação depende de inúmeros aspectos, dos quais a dimensão das obras é apenas um deles (SÃO PAULO, 2004).

Cerca de 90% das PCHs existentes foram construídas antes da década de 60, quando a principal preocupação era suprir as demandas locais de energia. A maioria destes empreendimentos foram implantados em um período no qual as questões ambientais não constituíam foco de preocupação maior dos empreendedores ou das autoridades públicas (SÃO PAULO, 2004). Desta forma, a maioria não foi submetida ao processo de licenciamento ambiental como exigido atualmente, o que dificulta os estudos referentes aos possíveis impactos causados pela construção destes empreendimentos, bem como a avaliação de medidas mitigadoras, tais como instalação de escadas, reflorestamento e áreas de preservação permanente (APPs) e monitoramento ambiental (ex.: ictiofauna, água, sedimento e assoreamento) (SÃO PAULO, 2004; BRASIL, 2008)

Apesar dos impactos negativos causados ao meio ambiente, a construção de usinas hidrelétricas no Brasil ainda é uma prática comum (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). O principal problema causado pela formação do reservatório resultante da construção de uma barragem é a drástica mudança nas características hídricas do local em um período de tempo relativamente curto (CASTRO; ARCIFA, 1987), transformando ambiente originalmente lótico em lêntico (reservatório) (MAITLAND; MORGAN, 1997). Barragens modificam a intensidade, duração e época das cheias, reduzem os nutrientes disponíveis e as áreas sazonalmente alagáveis, além de interceptar a rota migratória de diversas espécies, com impactos sobre a capacidade biogênica do sistema e disponibilidade de alimento e abrigo para formas jovens de peixes (AGOSTINHO et al., 1992). Ademais,

alteram as características físicas, químicas e biológicas da água, com reflexos diretos na composição da ictiofauna local e sobre as relações interespecíficas, incluindo a competição, predação e também o parasitismo (TORLONI et al., 1986; CASTRO; ARCIFA, 1987).

Os represamentos e construção de usinas hidrelétricas estão entre as principais causas da perda direta da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, seguidas de destruição de matas ripárias, assoreamento, eutrofização, contaminação por pesticidas agrícolas, dragagem e/ou afogamento das lagoas marginais, poluição, pesca e introdução de espécies (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005; AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; CARVALHO, 2009). As bacias do Sul e Sudeste do país, por apresentarem densos aglomerados urbanos e uma zona industrial bem desenvolvida, contêm inúmeros reservatórios, sendo estes, primariamente para fins hidrelétricos. Desta forma, estas regiões encontram-se extremamente impactadas quanto à conservação de seus recursos pesqueiros, transformação da ictiofauna local, bem como a perda da biodiversidade (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007), inclusive sua respectiva fauna de parasitas.

Assim, pesquisas que envolvam o monitoramento dos reservatórios a longo prazo, utilizando ferramentas refinadas, tais como o uso de organismos como bioindicadores, são iniciativas promissoras que podem auxiliar nas decisões e medidas por parte dos órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento destes empreendimentos.

Área de estudo: rio Sapucaí-Mirim (SP/MG)

A bacia hidrográfica do rio Sapucaí-Mirim/Grande localiza-se no extremo Norte do Estado de São Paulo e compõem a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 08 (UGRHI 08), de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) no Estado de São Paulo, criado pela Lei nº 7.663 de 1991 (SÃO PAULO, 2015), localizada na bacia do alto Paraná.

É composta por 24 municípios (Miguelópolis, Igarapava, Aramina, Buritizal, Rifaina, Pedregulho, Jeriquara, Guará, Ituverava, São José da Bela Vista, Restinga, Patrocínio Paulista, Franca, Cristais Paulista, Ribeirão Corrente e Itirapuã que pertencem inteiramente a esta UGRHI e Ipuã, São Joaquim da Barra, Orlândia, Nuporanga, Batatais,

Altinópolis, Santo Antônio da Alegria e Guaíra que têm parte de suas áreas também nas UGRHIs 04 e 12), fazendo limite com as UGRHIs do Pardo e Baixo Pardo/Grande, ainda no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2015).

A bacia possui área de aproximadamente 9.125 km² de extensão territorial, sendo definida pela bacia do rio Sapucaí e seus tributários, além de porções de áreas drenadas diretamente para o rio Grande (IPT, 2011), estendendo-se além dos limites do Estado de São Paulo, recebendo também afluentes do Rio Grande que nascem no Estado de Minas Gerais (SÃO PAULO, 2015). Os principais rios que compõem a bacia são: Sapucaí-Mirim, Canoas, Rio do Carmo, Rio Grande e Ribeirão dos Bagres (SÃO PAULO, 2015).

Na região Sudeste, vários rios tem sido alvo de projetos de aproveitamentos hidrelétricos por meio da construção de PCHs, como é o caso do rio Sapucaí-Mirim, no qual atualmente, estão em funcionamento as PCHs: São Joaquim, Dourados, Anhanguera, Retiro e Palmeiras (ALBERTIN; MAUAD, 2008; IPT, 2011). Este rio apresenta características lóticicas com fortes corredeiras e pequenas cachoeiras, tornando-se menos veloz e turbulento próximo à região de Guaíra em função da menor declividade da região (CESÁRIO, 2010). No entanto, a construção de PCHs tem alterado as características hídricas desta região, o que pode refletir em perda/alteração da biodiversidade local, sobretudo em relação à ictiofauna (CESÁRIO, 2010) e, consequentemente, de seus parasitas.

Para realização deste trabalho, os peixes foram capturados em oito áreas de amostragem (Figura 1), ao longo de três reservatórios do rio Sapucaí-Mirim, construídas de forma sequencial, em “sistema de cascata” descritos a seguir (SOUZA, 2014 e observação pessoal):

➤ *PCH Palmeiras*

- Montante da barragem (Área 1: 20,0°34,0'22,0"S 47°46,0'57,3"W): O enchimento do reservatório foi realizado recentemente, em junho de 2011. A largura do rio neste trecho varia entre 50 e 100 m, e caracteriza-se como ambiente raso, lótico e com fundo rochoso, marcado por uma sucessão de corredeiras. Há aumento progressivo

da profundidade e, conseqüentemente, redução da velocidade do fluxo da água, em direção à barragem. Reservatório com tempo de retenção hidráulica menor que dois dias. A região de entorno apresenta alguns fragmentos florestais remanescentes de vegetação nativa, inclusos em uma matriz agrícola voltada as plantações de cana-de-açúcar.

- Intermediário (Área 2: 20,0°33,0'57,8"S 47,0°46,0'45,4"W): Trecho muito semelhante ao trecho a montante (área 1) quanto a matriz vegetal do entorno das margens, porém, com redução da velocidade do fluxo da água (ambiente semi-lêntico), e com maior penetração de luz.
- Jusante da barragem (Área 3: 20,0°31,0'51,8"S 47,0°49,0'54,0"W): área de transição semi-lêntica, que se sobrepõem ao remanso da montante do reservatório da PCH Anhanguera. Neste trecho, o rio apresenta largura variando entre 50 e 100 m entre as margens, alternância entre corredeiras e zonas de menor velocidade da água, com fundo predominantemente rochoso e aporte de material em suspensão. Matriz vegetal do entorno semelhante ao observado nas áreas 1 e 2.

➤ *PCH Anhanguera*

- Intermediário (Área 4: 20,0°30,4'62,0"S 47,0°51,0'24,0"W): ambiente lêntico, situado no centro do reservatório, encoberto por macrófitas aquáticas, principalmente por aguapé (*Eichhornia crassipes*). Reservatório recente, formado no final do ano de 2009, com área de 1,81 Km². Matriz vegetal do entorno formado por área reflorestada, com cerca de 100 m de largura, nas margens direita e esquerda.
- Barragem (Área 5: 20,0°29,0'43,0"S 47,0°51,0'44,0"W): área mais próxima à construção da barragem, com características semelhantes à do ponto intermediário. Ambiente lêntico, com alta penetração de luz, também encoberto por macrófitas aquáticas.
- Jusante (Área 6: 20,0°29,0'26,0"S 47,0°51,0'26,0"W): sobrepõem-se a área a montante da PCH Retiro, com presença de um pedral raso e exposto, com água

corrente. Esta região sofre oscilação nos níveis de água devido a atividade de operação da PCH Anhanguera. A área sofreu alterações durante o período de amostragem, sobretudo no segundo (2013), quando a usina finalizou as manobras para enchimento do reservatório da PCH Retiro.

➤ *PCH Retiro*

- Intermediário (Área 7: 20,0°26,0'56,0"S 47,0°52,0'46,8"W): ambiente lótico, raso, com fundo rochoso e largura aproximada de 50 m entre as margens. A vegetação nativa havia sido recentemente suprimida para o enchimento do reservatório durante o período de amostragem, apresentando grande quantidade de material em suspensão (sobretudo no ano de 2013). Reservatório com tempo de retenção hidráulica em torno de dois dias. Matriz vegetal do entorno composta, sobretudo, por monocultura e pequenos fragmentos vegetais remanescentes.
- Jusante (Área 8: 20,0°26,0'13,9"S 47,0°53,0'26,4"W): ambiente lótico e mais profundo. Matriz vegetal semelhante a observada na área 7.

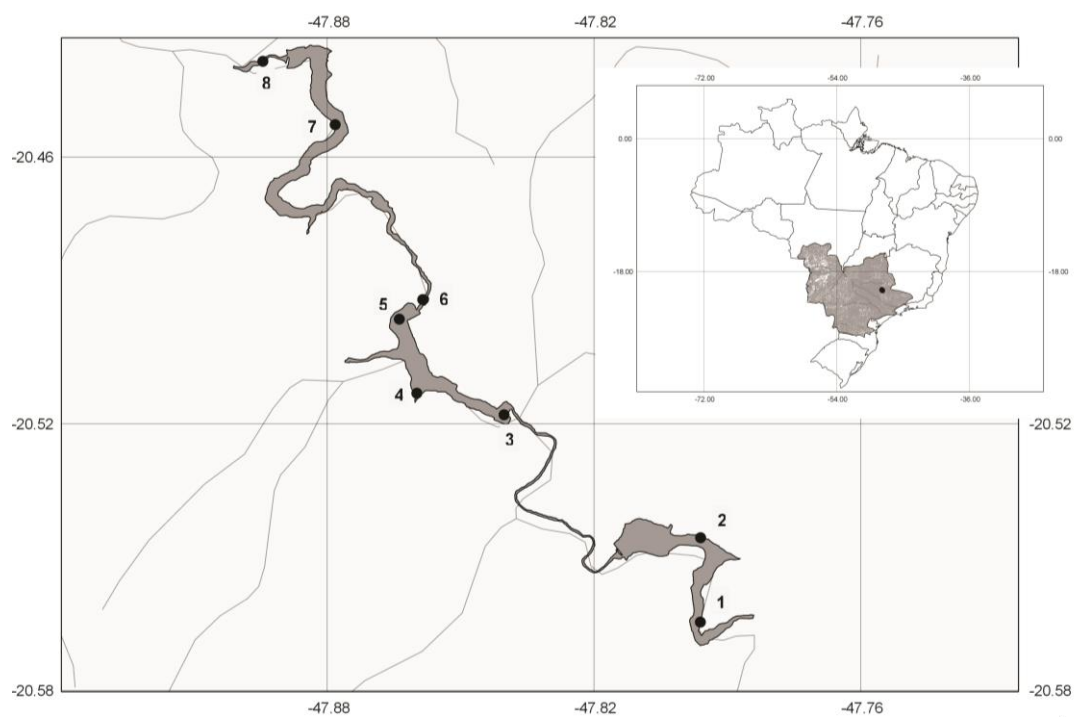


Figura 1. Áreas de amostragem (1-8) situados entre os reservatórios de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: PCH Palmeiras (1, 2 e 3), Anhanguera (4, 5 e 6) e Retiro (7 e 8).

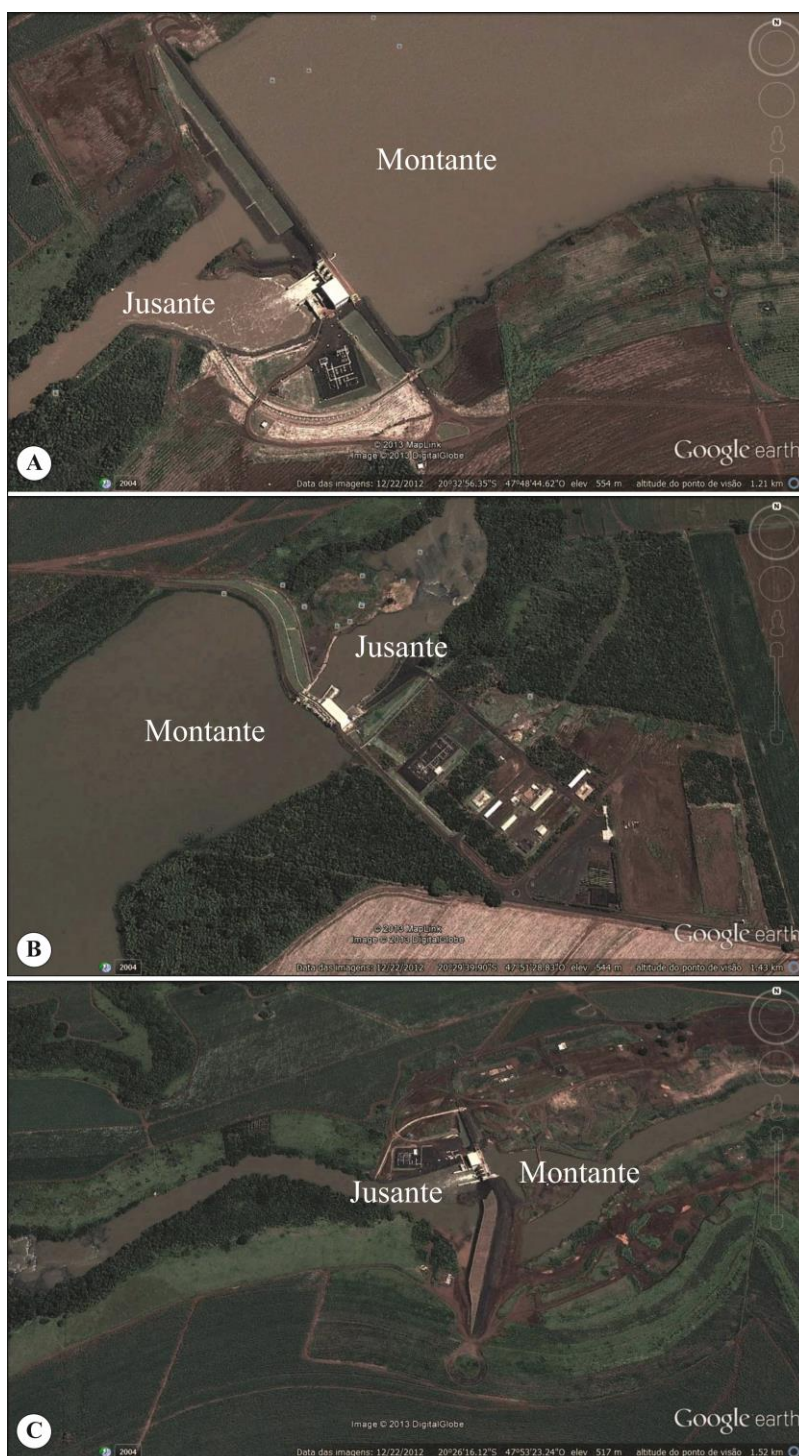


Figura 2 (A-C). Detalhe das áreas à montante e jusante em relação a barragem de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) PCH Palmeiras; (B) PCH Anhanguera; (C) PCH Retiro (Fonte: Google Earth, 2013).

Hospedeiros analisados: peixes da família Loricariidae (Siluriformes)

O Brasil possui aproximadamente 8.400 Km de costa marítima e 5.500.000 ha em reservatórios de águas doces, comportando aproximadamente 12% da água doce disponível no planeta (BRASIL, 2009). A heterogeneidade encontrada nas bacias hidrográficas e rios da América do Sul reflete a rica fauna de peixes do mundo, exibindo uma grande diversidade morfológica e fisiológica de atributos ecológicos e reprodutivos (LOWE-MCCONNEL, 1999).

Atualmente são conhecidas aproximadamente 28.000 espécies de peixes, das quais, 13.000 são dulcícolas, sendo a maior parte desta riqueza encontrada em águas tropicais, particularmente nas águas doces neotropicais (LOWE-MCCONNELL, 1999; REIS; KULLANDER; FERRARIS-Jr, 2003; NELSON, 2006). Neste contexto, o Brasil se destaca no cenário mundial, abrigando a mais rica fauna de peixes de água doce, com aproximadamente 2.587 espécies, havendo ainda muitas desconhecidas (BUCKUP; MENEZES; GHAZZI, 2007).

Peixes pertencentes as ordens Characiformes e Siluriformes são os principais constituintes da ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim, assim como observado na maioria dos rios brasileiros (CESÁRIO, 2010; SOUZA, 2014). A ordem Siluriformes é composta por peixes amplamente distribuídos, conhecidos popularmente como bagres (“catfishes”). É formada por 35 famílias, 446 gêneros, 2.867 espécies, das quais 2.740 são de água doce (NELSON, 2006). Nesta ordem, a família Loricariidae é uma das mais diversas em número de gênero e espécies na região Neotropical, sendo composta por sete subfamílias (Delturinae, Hypoptopomatinae, Hypostominae, Lithogeninae, Loricariinae, Neoplecostominae e Otothyridinae) de peixes conhecidos popularmente como “cascudos” (CHIACHIO; OLIVEIRA; MONTROYA-BURGOS, 2008). O gênero *Hypostomus* é um dos mais diversificados e complexos grupos de loricarídeos sul-americanos, sendo constituído por cerca de 130 espécies nominais e uma estimativa de aproximadamente um terço deste total ainda a ser descrito (ZAWADZKI; WEBER; PAVANELLI, 2008). A bacia do rio Paraná abriga mais de 30 espécies deste gênero, das quais a maioria foram descritas recentemente, no início do século XX (MARTINS; LANGEANI; ZAWADZKI, 2014).

A maioria das espécies de Loricariidae apresenta ampla distribuição na América Central e do Sul. São demersais e costumam habitar ambientes lóticos, tais como corredeiras, mas podem estar presentes em diferentes habitats aquáticos, em bancos de areia ou rios rochosos, com água turbida ou cristalina (RUBERT et al., 2011). Apresentam hábito alimentar detritívoro/iliófago, alimentando-se de algas, perifíton e microrganismos presentes no substrato. Ocorre dimorfismo sexual, porém, com características pouco desenvolvidas na maioria das espécies (WEBER, 2003). O conhecimento limitado sobre os aspectos biológicos, padrões de distribuição e biogeográficos de Loricariidae, bem como descrições incompletas e recentes de novas espécies, elevada variabilidade intraespecífica quanto à morfologia e padrão de coloração destes peixes, são fatores que dificultam estudos sobre a riqueza deste grupo (REIS; WEBER; MALABARBA, 1990; WEBER, 2003).

Estudos ecológicos que visem reunir informações sobre os aspectos biológicos (ex.: reprodução, hábito alimentar e parasitismo) e comportamentais (ex.: estratégia alimentar, hábitat, cuidado parental e territorialismo) deste grupo são de extrema importância, a fim de complementar os trabalhos de taxonomia, sistemática e genética molecular, minimizando erros e conferindo maior credibilidade às identificações e descrições das espécies, além de ampliar o conhecimento sobre este importante grupo.

Para a realização deste estudo, foram coletados e analisados 334 peixes da família Loricariidae, sendo 9 espécies do gênero *Hypostomus* (Subfamília Hypostominae): *H. margaritifer* (n=23), *H. heraldoi* (n=10), *H. strigaticeps* (n=50), *H. regani* (n=50), *H. ancistroides* (n=50), *H. cf. margaritifer* (n=18), *H. topavae* (n=10), *H. aff. topavae* (n=50), além de uma nova espécie do gênero *Hypostomus* (n=23) e uma do gênero *Loricaria* (Subfamília Loricariinae): *Loricaria prolixa* (n=50) (Figuras 3 e 4 – A a E).

Dados morfométricos (peso e comprimento padrão e total) dos hospedeiros coletados, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Peso (g), comprimento padrão (cm) e comprimento total (cm) de peixes da família Loricariidae coletados durante os anos de 2012 e 2013 em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, próximo aos municípios de Guará e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Brasil. Valores expressos em média $\pm$ desvio padrão (mínimo – máximo).

Hospedeiros	Peso	Comprimento Padrão	Comprimento Total
<i>Hypostomus ancistroides</i>			
(n=50)	37,8 $\pm$ 15,9 (10,3-75,8)	12,0 $\pm$ 1,8 (8,0-15,5)	15,3 $\pm$ 2,3 (10,3-19,7)
<i>Hypostomus heraldoi</i>			
(n=10)	93,1 $\pm$ 22,9 (71,7-148,9)	16,7 $\pm$ 1,4 (14,6-19,5)	20,8 $\pm$ 1,72 (19,0-24,5)
<i>Hypostomus cf. margaritifer</i>			
(n=18)	179,4 $\pm$ 59,9 (82,2-365,7)	18,6 $\pm$ 2,0 (15,0-23,0)	23,3 $\pm$ 2,5 (18,0-28,5)
<i>Hypostomus margaritifer</i>			
(n=23)	397,1 $\pm$ 303,2 (92,6-118,3)	23,0 $\pm$ 5,3 (15,0-32,0)	29,5 $\pm$ 6,6 (20,0-40,0)
<i>Hypostomus regani</i>			
(n=50)	127,8 $\pm$ 98,2 (12,1-492,8)	17,0 $\pm$ 3,9 (9,8-24,0)	21,9 $\pm$ 4,8 (10,7-31,0)
<i>Hypostomus strigaticeps</i>			
(n=50)	127,2 $\pm$ 38,3 (27,5-210,3)	17,5 $\pm$ 1,9 (11,8-21,0)	21,9 $\pm$ 2,4 (14,1-27,0)
<i>Hypostomus aff. topavae</i>			
(n=50)	37,2 $\pm$ 25,3 (7,3-171,5)	11,4 $\pm$ 2,3 (7,2-19,5)	14,6 $\pm$ 2,6 (10,0-24,0)
<i>Hypostomus topavae</i>			
(n=10)	32,3 $\pm$ 26,4 (8,5-102,6)	10,7 $\pm$ 2,2 (7,3-15,8)	13,5 $\pm$ 2,7 (9,0-19,4)
<i>Hypostomus sp.*</i>			
(n=23)	104,1 $\pm$ 33,2 (40,0-184,8)	15,7 $\pm$ 1,7 (11,8-19,0)	20,1 $\pm$ 1,8 (16,6-24,0)
<i>Loricaria prolixa</i>			
(n=50)	258,3 $\pm$ 118,4 (5,6-517,0)	32,7 $\pm$ 5,9 (10,5-44,0)	36,3 $\pm$ 6,5 (11,5-48,0)

*Nova espécie do gênero *Hypostomus*, ainda em fase de descrição taxonômica

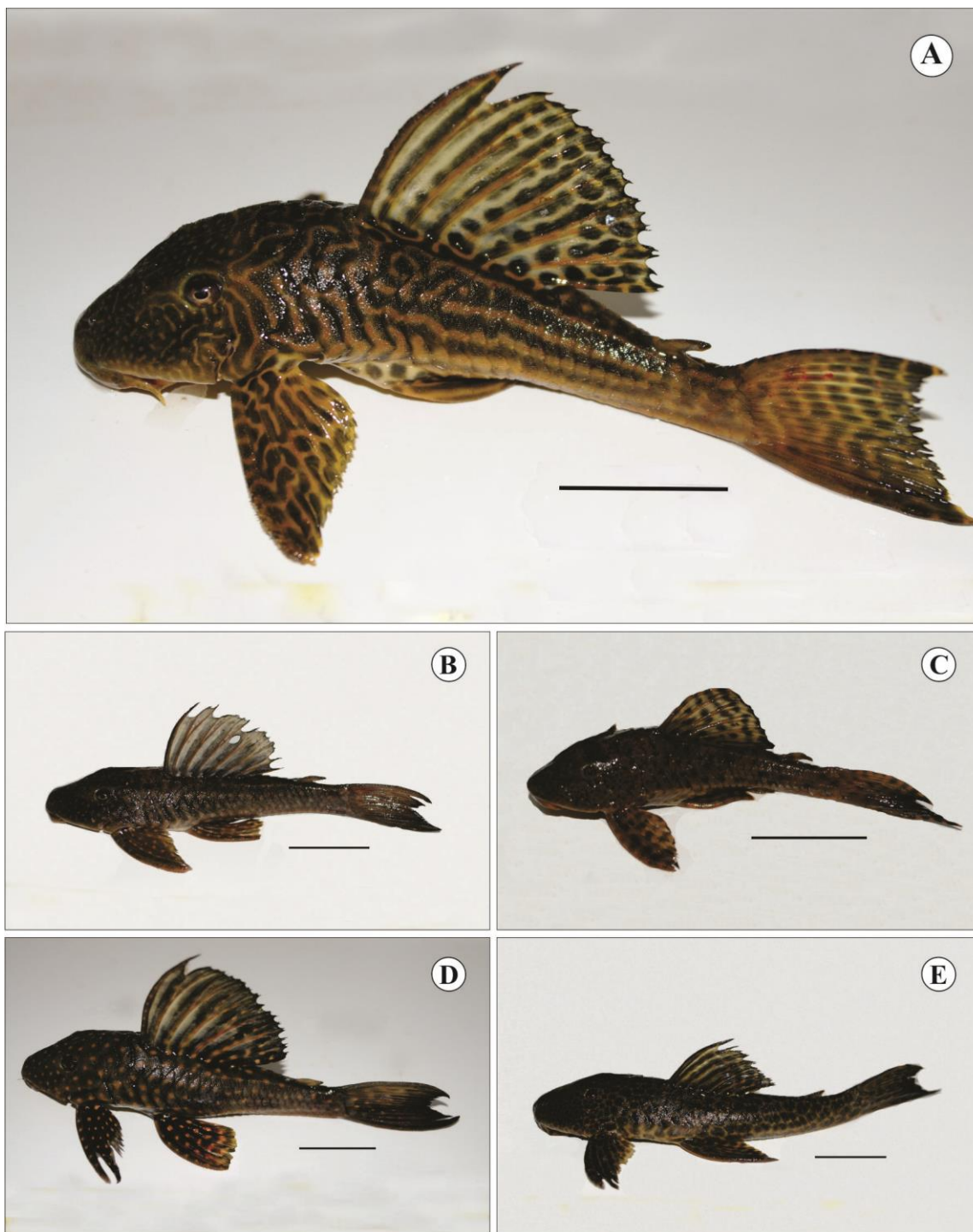


Figura 3 (A-E). Peixes da família Loricariidae coletados durante os anos de 2012 e 2013, em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) *Hypostomus* cf. *margaritifer*; (B) *Hypostomus strigaticeps*; (C) *Hypostomus ancistroides*; (D) *Hypostomus margaritifer*; (E) *Hypostomus heraldoi*. (Escala: 4 cm).

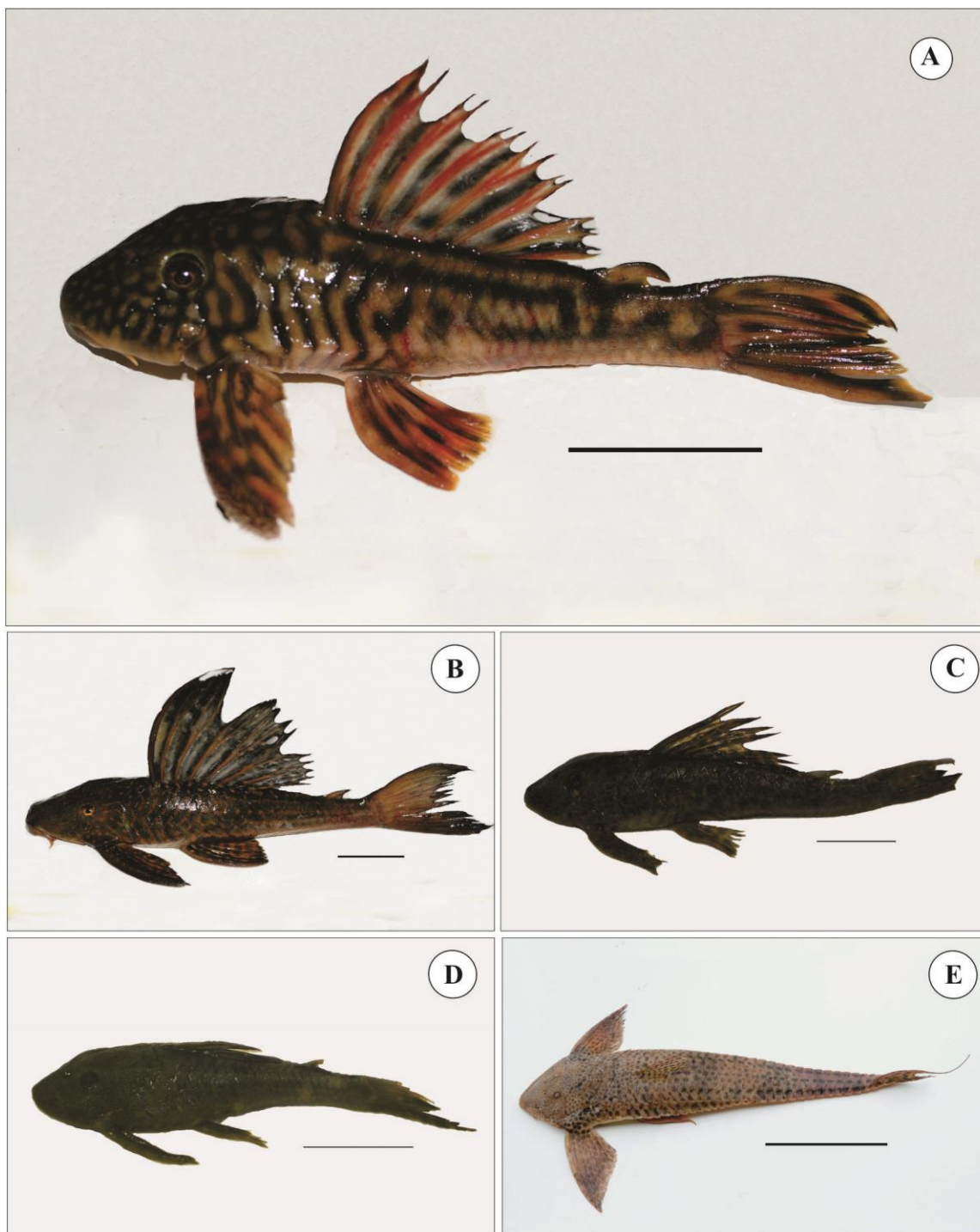


Figura 4 (A-E). Peixes da família Loricariidae coletados durante os anos de 2012 e 2013, em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Nova espécie do gênero *Hypostomus*; (B) *Hypostomus regani*; (C) *Hypostomus* aff. *topavae*; (D) *Hypostomus topavae*; (E) *Loricaria prolixa*. (Escala: 4 cm).

Chave provisória para identificação de peixes do gênero *Hypostomus* procedentes do rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil¹

1. Espinho da nadadeira peitoral igual ou mais curto que o espinho da nadadeira pélvica.....2
- 1'. Espinho da nadadeira peitoral evidentemente maior que o da nadadeira pélvica.....3
2. Corpo e nadadeiras com pintas claras *H. albopunctatus*
- 2'. Corpo e nadadeiras com pintas escuras *H. heraldoi*
3. Nadadeira caudal com faixas longitudinais..... *Hypostomus* n. sp.
- 3'. Nadadeira caudal com pintas ou bandas transversais.....4
4. Corpo com quilhas na região pré-dorsal e nas placas laterais do corpo; pintas diminutas no pteróptico-supracleitro..... *H. ancistroides*
- 4'. Corpo sem quilhas nas regiões pré-dorsal e placas laterais.....5
5. Cada hemi-série do pré-maxilar e dentária com menos de 40 dentes; dentes robustos; ângulo entre os dentários de aproximadamente 90°.....6
- 5'. Cada hemi-série do pré-maxilar e dentária com mais de 40 dentes; dentes delgados a moderados; ângulo entre os dentários maior que 90°.....7
6. Pintas claras definidas pelo corpo e nadadeiras mais escuras, principalmente em vista dorsal)..... *H. margaritifer*
7. Pintas claras arredondadas sobre corpo e nadadeiras escuras.....8
- 7'. Pintas ou vermiculações escuras sobre corpo e nadadeiras mais claras.....9
8. Corpo comprimido e afilado; nadadeira dorsal longa, geralmente alcançando (ou quase) a base da nadadeira adiposa; pintas claras sobre o corpo e nadadeiras; ramos mandibular estreito; olho mais lateral que dorsal.....*H. regani*
- 8'. Corpo moderadamente deprimido, achatado; olho mais dorsal que lateral; largura do ramo mandibular mais largo..... *H. strigaticeps*

¹Chave desenvolvida sob orientação e colaboração do Professor Dr. Cláudio Henrique Zawadzki, da Universidade Estadual de Maringá, UEM, Estado do Paraná, Brasil, taxonomista e sistemata, especialista em peixes da família Loricariidae.

-
9. Corpo comprimido; olhos laterais; faixa preta oblíqua abaixo dos olhos; sem odontódeos hipertrofiados na nadadeira peitoral10
- 9'. Corpo deprimido; olhos mais dorsais que laterais; sem faixa preta oblíqua evidente abaixo dos olhos; adultos com odontódeos hipertrofiados na nadadeira peitoral.....11
10. Olho grande..... *H. aff. topavae*
- 10'. Olhos pequenos..... *H. topavae*
11. Vermiculações finas sobre a cabeça; máculas escuras inconspícuas no corpo todo; região anterior do abdômen totalmente coberta por placas..... *H. sp. 3 "grupo fluvialis"*
- 11'. Máculas escuras definidas ou de formato irregular sobre o corpo e nadadeiras; abdômen com placas apenas lateralmente.....12
12. (Espécie de tamanho pequeno); olho pequeno; nadadeira dorsal e caudal bem curta (comprimento do raio inferior caudal menor que o comprimento da cabeça); raio da nadadeira peitoral mais curto e com mais odontódeos, curvado e claviforme distalmente.....*H. nigromaculatus*
- 12' (Espécie de tamanho médio); olho grande; nadadeira dorsal e caudal de tamanho mediano (comprimento do raio inferior da nadadeira caudal igual ou maior que o comprimento da cabeça); raio da nadadeira peitoral pouco curvado e não claviforme..... *H. paulinus*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDITO-CECÍLIO, E. **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil**. Maringá: EDUEM,1992. p.106-121.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. Paraná, v.1, n.1, p. 70-78, 2005.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F.M. 2007. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. 501p.
- ALBERTIN, L. L.; MAUAD, F. F. Utilização de simulação computacional no gerenciamento integrado da água na bacia do Sapucaí-Grande no Estado de São Paulo. **Minerva**, v.3, n.2, p.215-222, 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 3.ed. 2008. 236p.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em Julho de 2015b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Coordenação de Controle de Resíduos e Contaminantes**. Brasília: Mapa ACS, 2009. 24p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa de incentivo as fontes alternativas de energia elétrica (PROINFO): Energias Renováveis**. Disponível em: http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias_Renovaveis.htm. Acesso em: Jul. 2015a.
- BUCKUP, P.A; MENEZES, N.A; GHAZZI, M.S (Ed.). **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- CASTRO, R.M.C.; ARCIFA, M.S. Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p.493-500, 1987.
- CARVALHO, E.D. Ações antrópicas e a biodiversidade de peixes: status da represa de Jurumirim (Alto Rio Paranapanema). 2009. 156f. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

- CESÁRIO, V.V. **Estudo sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim, afluyente da margem esquerda do Rio Grande no Estado de São Paulo: composição, distribuição espacial e sazonalidade**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, São Carlos, Brasil.
- CHIACHIO, M.C.; OLIVEIRA, C.; MONTOYA-BURGOS, J.I. Molecular systematic and historical biogeography of the armored Neotropical catfishes Hypoptopomatinae and Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae). **Molecular Phygenetics and Evolution**, v.49, p. 606-617, 2008.
- CONE, D. K., MARCOGLIESE, D. J.; WATT, W. D. Metazoan parasite communities of yellow eels (*Anguilla rostrata*) in acid and limed rivers of Nova Scotia. **Canadian Journal of Zoology**, v. 71, p. 177–184, 1993.
- DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V.A.; PETRUSHEVSKI, G.K.; POLYANSKI, Y.I. (Eds). **Parasitology of fishes**. Leningrad: University Press. p. 1-47. 1961.
- DUSEK, L.; GELNAR, M.; SEBELOVÁ, S. Biodiversity of parasites in a freshwater environment with respect to pollution metazoan parasites of chub (*Leuciscus cephalus* L.) as a model for statistical evaluation. **International Journal for Parasitology**, v. 28, p.1555-1571, 1998
- GALLI, P.; CROSA, G.; MARINIELLO, L.; ORTIS, M.; D'AMELIO, S. Water quality as a determinant of the composition of fish parasites communities. **Hydrobiologia**, v. 452, p.173-179, 2001
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Relatório n. 40.672. **Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande**. 2011. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-SMG/238/relsmgseg.pdf>> Acesso em: nov. 2011.
- LAFFERTY, K.D. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? **Parasitology Today**, v.13, p. 251–255, 1997.
- LAFFERTY, K.D.; KURIS, A.M. How environmental stress affects the impacts of parasites. **Limnological Oceanographic**, v. 44, n.3, 925–931, 1999.

- LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 536p.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the High Paraná River. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n.4, p. 441-448, 1996.
- MADI, R. R., M. T. UETA. Parasitas de peixes como indicadores ambientais. In: SILVA-SOUZA, A.T.; M. A. P.; LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M. (Eds.). **Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos**. Maringá: Massoni, 2012. p 33-58.
- MAITLAND, P.S.; MORGAN, N.C. Human impacts. In: MAITLAND, P.S.; MORGAN, N.C. (Eds). **Conservation management of freshwater habitats: lakes, rivers and wetlands**. Kluwer Acad. Publishers, Boston, 1997. p. 45-85.
- MARCOGLIESE, D.J.; CONE, D.K. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. **Parasitologia**, v.39, p.227-232, 1997.
- MARTINS, F.O.; LANGEANI, F.; ZAWADZKI, C.H. A new spiny species of *Hypostomus* Lacépède (Loricariidae: Hypostominae) from thermal waters, upper rio Paraná basin, central Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.12, n. 4; p. 729-736, 2014
- MOREIRA, M. A.; PINAUD, R. Z.; BARRETO, A.C.; FREITAS, M. A. V. **Pequenas Centrais Hidrelétricas - Alguns Tipos de Instalações, Sistemas e Componentes**. São Paulo: CD ROM - Estado das Energias Renováveis no Brasil - ANEEL/MCT, 1996.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 2006. 601p.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Smithsonian Books: Washington, DC, 2004. 216p.
- REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS-Jr., C.J. (Orgs.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 343-377.
- REIS, R. E.; WEBER, C.; MALABARBA, L.R. Review of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 from southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 97, p. 729-766, 1990.

- RUBERT, M.; DA ROSA, R.; JEREP, F.C.; BERTOLLO, L. A.C.; GIULIANO-CAETANO, L. Cytogenetic characterization of four species of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Loricariidae) with comments on its chromosomal diversity. **Comparative Cytogenetics**, v.5, p. 397–410, 2011.
- SÃO PAULO. Comissão de Serviços Públicos de Energia Elétrica. **Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo**. 2.ed., São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004.
- SÃO PAULO. Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. **Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Sapucaí Mirim/Grande**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhsmg/apresentacao>. Acesso em: Jul., 2015
- SILVA-SOUZA, A. T.; SHIBATTA, O. A.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. DUPAS, F.A. Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. In: TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; GALLI, P. (Org.). **Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle**. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia, 1 ed., 2006. p. 373-386.
- SOUZA, D.F. **Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim – SP, Brasil**. 2014. 82f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2014.
- SURES, B. Accumulation of heavy metals by intestinal helminths in fish: an overview and perspective. **Parasitology**, v.126, p. 53-60, 2003.
- SURES, B. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. **Trends in Parasitology**, v.20, p. 170-177, 2004
- SURES, B. The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review. **Aquatic Ecology**, v.35, p. 245–255, 2001.
- TORLONI, C.E.C.; GUIMARÃES Jr., C.; MOREIRA, J.A.; CRUZ, J.A.; GIRARDI, L.; ROSCH, S.M. Conservação dos recursos aquáticos nos reservatórios da CESP. In: CESP (Ed.). **Políticas de Conservação dos Recursos Aquáticos em Grandes Reservatórios**. São Paulo: CESP. 1986. p. 37-48.

-
- ZAWADZKI, C.H.; WEBER, C.; PAVANELLI, C.S. Two new species of *Hypostomus* Lacépède (Teleostei: Loricariidae) from the upper rio Paraná basin, Central Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, p. 403-412, 2008.
- WEBER, C. Subfamily Hypostominae (Armored catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Eds.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre, Edipurcs, 2003. p. 351-372.
- WILLIAMS, H.H.; MacKENZIE, K.; McCARTHY, A.M. Parasites as biological, indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.2, p.144-176, 1992.

Objetivos

OBJETIVO GERAL

Este estudo teve como objetivo realizar um levantamento da biodiversidade de parasitas de peixes da família Loricariidae coletados em áreas sob a influência da construção de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs Palmeiras, Anhanguera e Retiro) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. Ademais, avaliar a estrutura das comunidades parasitárias dos hospedeiros analisados, com base em variáveis explanatórias, como tamanho do corpo (peso), espaço (área de amostragem) e tempo (ano e estação de captura).

Objetivos específicos

- Artigo 1: Biodiversidade de parasitas de peixes loricarídeos (Teleostei: Siluriformes) do Brasil
 - Apresentar uma revisão sobre a biodiversidade de parasitas da família Loricariidae descritos no Brasil, somando-se a estes, os novos registros de hospedeiros, distribuição geográfica e novas espécies de parasitas encontradas no presente estudo.
- Artigo 2: Estrutura espacial de comunidades de parasitas de peixes loricarídeos (Teleostei: Siluriformes) de um rio Neotropical
 - Avaliar a estrutura espacial das comunidades parasitárias (comunidade componente e infracomunidade) das 10 espécies de loricarídeos mais abundantes procedentes dos reservatórios das PCHs Palmeiras, Anhanguera e Retiro, no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil, sendo estas: *Loricaria prolixa*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*, *Hypostomus topavae*, *Hypostomus* aff. *topavae*, e uma nova espécie do gênero *Hypostomus*, totalizando 334 peixes.

-
- Caracterizar as infracomunidades por meio de descritores ecológicos (prevalência, intensidade média de infecção, abundância média) calculados para cada *taxa* e seu respectivo hospedeiro.
 - Verificar possíveis variações na composição de espécies de parasitas entre locais de amostragem e espécies de peixe, baseando-se em variáveis explanatórias, como tamanho do corpo (peso), espaço (área de amostragem) e tempo (ano e estação de captura).
 - Avaliar a possível influência de fatores abióticos como a pluviosidade e fatores limnológicos, tais como: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, transparência, condutividade elétrica, concentração de amônia e clorofila-*a*, sobre a diversidade e abundância parasitária.
- Artigo 3: Nova espécie do gênero *Demidospermus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasita de *Loricaria prolixa* (Siluriformes: Loricariidae) procedentes do Brasil
- Descrever uma nova espécie do gênero *Demidospermus*, parasita de brânquias de *L. prolixa* procedentes do rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil
 - Apresentar uma revisão bibliográfica sobre a distribuição das espécies de *Demidospermus* descritas em Siluriformes da região Neotropical

Artigo 1

Biodiversidade de parasitas de peixes loricarídeos (Teleostei: Siluriformes) do Brasil

Resumo

O presente estudo reúne informações sobre a biodiversidade de parasitas de peixes da família Loricariidae procedentes do rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil, além de uma revisão sobre os parasitas já relatados em loricarídeos no país. Durante dois anos (2012/2013), foram amostrados 334 peixes pertencentes as 10 espécies de loricarídeos mais abundantes dos reservatórios de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs): Palmeiras, Anhanguera e Retiro. Os peixes foram identificados como: *Loricaria prolixa*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*, *Hypostomus topavae*, *Hypostomus* aff. *topavae*, além de uma nova espécie do gênero *Hypostomus*. Foram encontrados 29 taxa de parasitas, sendo que Monogenea apresentou maior riqueza (13 taxa) e abundância, representando 89,6% do total de parasitas coletados. Sete novas espécies de monogenéticos foram encontradas, pertencentes aos gêneros *Demidospermus*, *Trinigyrus* e *Heteropriapulius*. Monogenéticos representam o grupo zoológico com maior riqueza de espécies já registradas em loricarídeos no Brasil (47 taxa), seguidos de protozoários flagelados (*Trypanosoma* spp. – 35 taxa), digenéticos (23 taxa) e nematoides (22 taxa). *Austrodiplostomum* spp. é o taxon com menor especificidade ao hospedeiro, com registro em 18 espécies de loricarídeos. Estes novos registros ampliaram o conhecimento sobre a composição, distribuição geográfica, especificidade e compartilhamento de espécies entre membros da família Loricariidae no Brasil.

Palavras-chaves: cascudos; helmintos; protozoários; mixozoários; hirudíneos; crustáceos

Abstract

This study presents results on the biodiversity of parasites of Loricariidae fishes from Sapucaí-Mirim river, São Paulo State, Brazil, and a review about the parasites previously reported in loricariids at the same country. For two years (2012/2013), 334 fishes were sampled, belonging to 10 most abundant Loricariidae species, from reservoirs of three Small Hydro Power Plants (SHPP): Palmeiras, Anhanguera and Retiro. Fish specimens were identified as: *Loricaria prolixa*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*, *Hypostomus topavae*, *Hypostomus* aff. *topavae*, and a new species belonging to *Hypostomus* genus. Twenty- nine parasite taxa were found, and Monogenea showed the highest richness (13 taxa) and abundance, representing 89.6% of the total collected parasites. Seven new monogenean species were discovered, belonging to *Demidospermus*, *Trinigyryus*, and *Heteropriapulius* genera. Monogenea is the zoological group with the highest richness related in Brazilian loricarids (47 taxa), following as flagellate protozoan (*Trypanosoma* spp. – 35 taxa), digeneans (23 taxa), and nematodes (22 taxa). *Austrodiplostomum* spp. is taxon with the lowest host specificity, occurring in 18 loricarid species. These new records increased the knowledge about the composition, geographical distribution, host specificity and parasites sharing between members of the Loricariidae from Brazil.

Key words: catfishes; helminths; protozoans; myxozoans; hirudineans; crustaceans

INTRODUÇÃO

A família Loricariidae é a mais rica em espécies dentre os Siluriformes, sendo subdividida em sete subfamílias (Delturinae, Hypoptopomatinae, Hypostominae, Lithogeninae, Loricariinae, Neoplecostominae e Otothyriinae) (ARMBRUSTER, 2004; ROXO et al., 2014). Apresentam o corpo recoberto por placas ósseas e boca semelhante a uma ventosa, sendo conhecidos popularmente como “cascudos” (“*suckermouth catfishes*”) (MONTROYA-BURGOS, 2003; NELSON, 2006). São peixes com importância econômica, não somente pelo consumo humano, mas principalmente, por atividades relacionadas a comercialização para aquarofilia (LACHNER; ROBINS; COURTENAY, 1970).

Especificamente, o gênero *Hypostomus* (Hypostominae) é constituído por cerca de 130 espécies nominais amplamente distribuídas em ambientes dulcícolas da região Neotropical, sobretudo na Costa Rica, Panamá e América do Sul (ESCHMEYER; FONG, 2015). Este é o gênero mais numeroso de loricarídeos sul-americanos e um dos mais diversificados quanto à morfologia e coloração (ARMBRUSTER, 2004; ROXO et al., 2014; ZAWADZKI et al., 2014; ESCHMEYER; FONG, 2015).

A elevada variabilidade intraespecífica e descrições incompletas de espécies dificultam a identificação e estudos sobre a biodiversidade e distribuição acerca de Loricariidae, incluindo estudos sobre a sua fauna parasitária (REIS; WEBER; MALABARBA, 1990; WEBER, 2003). A maioria dos loricarídeos possui hábito bentônico, ocorrendo preferencialmente em ambientes lóticos (NELSON, 2006).

Desta forma, a construção de barragens e a formação de reservatórios para fins hidrelétricos ameaçam diretamente a composição das comunidades destes peixes, pois resulta em mudanças nas características hídricas do local em um período de tempo relativamente curto (CASTRO; ARCIFA, 1987), transformando um ambiente que, originalmente era lótico, em lêntico (reservatório) (MAITLAND; MORGAN, 1997). As bacias do Sul e Sudeste do país, por apresentarem densos aglomerados urbanos com zona industrial desenvolvida, contêm inúmeros reservatórios, e encontram-se extremamente impactadas quanto a conservação de seus recursos pesqueiros, transformação da ictiofauna e perda da biodiversidade (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007), incluindo, os parasitas.

O rio Sapucaí-Mirim, tributário do rio Sapucaí, localiza-se no extremo Norte do Estado de São Paulo, na divisa com o Estado de Minas Gerais, (IPT, 2011). Apresenta fortes corredeiras e pequenas cachoeiras e, por isso, tem sido alvo da construção de empreendimentos hidrelétricos de pequeno porte, como Pequenas Centrais Hidrelétricas¹. Peixes Characiformes e Siluriformes são os principais componentes da sua ictiofauna local, sendo a família Loricariidae a mais especiosa (CESÁRIO, 2010; SOUZA, 2014) e, atualmente, a mais ameaçada pela construção das barragens. Devido a mudanças nas características hídricas da região, como resultado da construção das PCHs, é possível que algumas espécies de peixes desapareçam ou sofram drástica redução nos reservatórios formados, incluindo os loricarídeos e, consequentemente, seus parasitas.

Parasitas raramente são considerados em estudos sobre o ecossistema (LOREAU; ROY; TILMAN, 2005), principalmente, em ecossistemas artificiais, como reservatórios. No entanto, eles desempenham uma importante função, regulando a abundância e ou densidade da população de hospedeiros, estabilizando as cadeias tróficas e estruturando as comunidades animais (POULIN; MORAND, 2004). Além da sua importância ecológica e epidemiológica, parasitas são organismos praticamente ubíquos e manifestam as mudanças ambientais mais rapidamente que seus hospedeiros, podendo ser uma boa ferramenta para medida e monitoramento de distúrbios e estresse ambiental em ambientes impactados, como reservatórios (MARCOGLIESE; CONE, 1997; DUSEK; GELNAR; SEBELOVÁ, 1998; SILVA-SOUZA et al., 2006). Representam ainda, um importante instrumento de avaliação e medida direta ou indireta da biodiversidade local, sobretudo de organismos envolvidos em seu ciclo biológico, oferecendo informações sobre a biologia do hospedeiro, estrutura da cadeia trófica e da relação parasita-hospedeiro-ambiente (GALLI et al., 2001; MADI; UETA, 2012).

O objetivo do presente estudo é apresentar informações sobre a biodiversidade de parasitas de peixes da família Loricariidae procedentes de reservatórios de Pequenas

¹ Pequenas Centrais Hidrelétricas: De acordo com a resolução nº 652 - 09-12-2003 da ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica, refere-se a todo aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1,0 MW e igual ou inferior a 30,0 MW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km² (BRASIL, 2008).

Centrais Hidrelétricas situadas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil, além de uma revisão sobre os parasitas de loricarídeos já descritos no país.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no rio Sapucaí-Mirim, entre os municípios de Guará e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Brasil. Durante dois anos (2012 e 2013), duas coletas anuais foram realizadas (período seco e chuvoso), em oito pontos amostrais, localizados à montante e jusante das barragens de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs): Palmeiras ($20^{\circ}32'57,33''\text{S}$ $47^{\circ}48'47,26''\text{W}$), Anhanguera ($20^{\circ}29'38,38''\text{S}$ $47^{\circ}51'33,11''\text{W}$), e Retiro ($20^{\circ}26'12,5''\text{S}$ $47^{\circ}53'18,59''\text{W}$) (Figura 1).

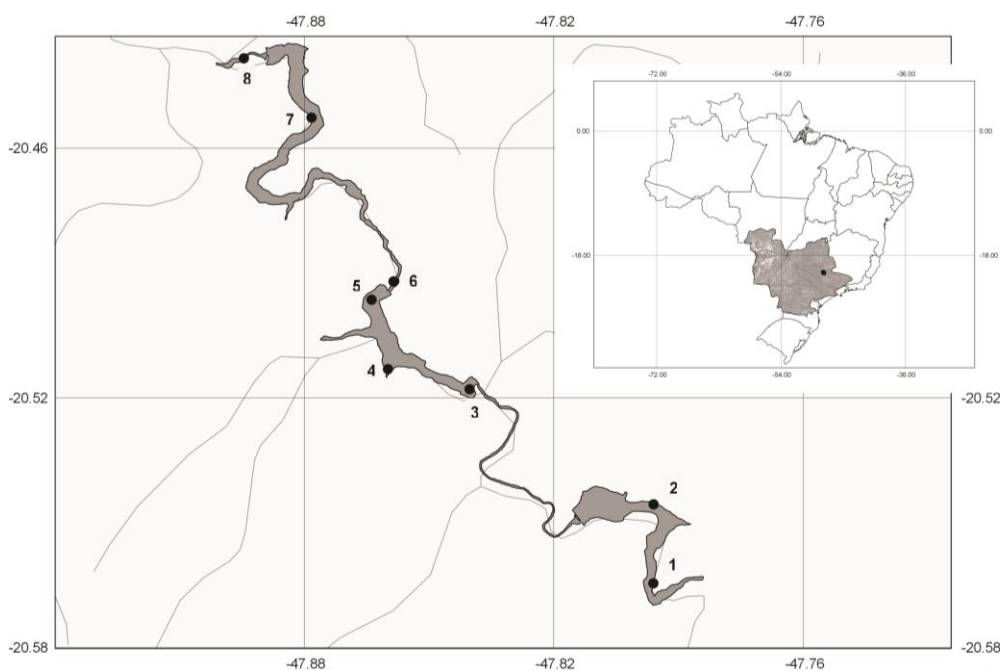


Figura 1. Pontos amostrais (1-8) situados em áreas à montante e jusante em relação a barragem de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: PCHs Palmeiras (1, 2 e 3), Anhanguera (4, 5 e 6) e Retiro (7 e 8).

Foram consideradas as 10 espécies de loricarídeos mais abundantes no trecho avaliado do rio. Os peixes foram coletados com redes de espera de monofilamento de nylon (malhagens entre 30 a 180 mm entre nós) com 16 horas de exposição (entre as 15 e 7 horas do dia seguinte) (Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico – SISbio 13794-1). Os espécimes foram individualizados em sacos plásticos e gradativamente resfriados em caixas térmicas com gelo, a fim de diminuir rapidamente a sua atividade metabólica até o óbito. Posteriormente, foram encaminhados ao Departamento de Parasitologia, no Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, onde foram fotografados, pesados (g), medidos (cm) e necropsiados.

Durante a necropsia, toda a superfície do corpo foi analisada para verificar-se a presença de cistos. Posteriormente, o corpo e narinas foram lavados com água e o conteúdo analisado em estereomicroscópio, para coleta de helmintos ectoparasitas. Em seguida, as brânquias foram removidas e colocadas em um frasco com água morna (cerca de 60° C), e agitadas vigorosamente. Então, o conteúdo foi completado com álcool absoluto (BOEGER; VIANNA, 2006), para posterior coleta dos monogenéticos e outros parasitas que pudessem estar presentes. A cavidade visceral foi aberta para análise dos órgãos internos e musculatura. Os helmintos encontrados foram fixados e processados de acordo com técnicas propostas por Eiras, Takemoto e Pavanelli (2006) e a identificação realizada até o menor nível taxonômico sempre que possível, baseada em chaves de identificação e bibliografia pertinente (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006; KOHN; FERNANDES; COHEN, 2007; COHEN; JUSTO; KOHN, 2013, além de artigos científicos).

Gráficos contendo as curvas de acumulação de espécies de parasitas foram produzidos, representando o aumento do número de espécies coletadas em paralelo ao aumento do esforço amostral (número de hospedeiros) (MAGURRAN, 2013). A revisão referente as espécies de parasitas já descritas em loricarídeos no Brasil foi baseada em livros e pesquisa em banco de dados (SciELO, Scopus, ISI, e Google Scholar)ⁱ.

Dados sobre a riqueza (número de espécies de parasitas) e abundância (total de espécimes de parasitas) foram calculados para cada grupo zoológico.

Análises morfológicas e morfométricas dos parasitas foram feitas por meio de sistema computadorizado de análise de imagem com Contraste de Interferência Diferencial

(Differential Interference Contrast - DIC) - LAS V3 (Leica Application Suite). Espécimes-testemunho dos hospedeiros foram depositados na Coleção Ictiológica do Nupélia (NUP), da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil. Holótipos e parátipos dos parasitas serão depositados na Coleção Zoológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil e Coleção Helmintológica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Botucatu.

RESULTADOS

Foram necropsiados 334 loricarídeos pertencentes às espécies: *Loricaria prolixa* (n=50), *Hypostomus ancistroides* (n=50), *Hypostomus* aff. *topavae* (n=50), *Hypostomus strigaticeps* (n=50), *Hypostomus regani* (n=50), *Hypostomus margaritifer* (n=23), *Hypostomus* cf. *margaritifer* (n=18), *Hypostomus heraldoi* (n=10), *Hypostomus topavae* (n=10), além de uma nova espécie do gênero *Hypostomus* (n=23) ainda em fase de descrição taxonômica. As curvas de acumulação das espécies de parasitas mostraram tendência a estabilização em todas as espécies de hospedeiros analisadas, mostrando que o número de peixes amostrados foi suficiente para a realização do trabalho (Figura 2).

Dentre o total de peixes analisados, 93,7% estavam parasitados por ao menos um *taxon*. Foram encontrados 29 *taxa* de parasitas, totalizando 15.957 espécimes. Os parasitas encontrados pertencem aos grupos: Monogenea (Dactylogyridae, Gyrodactylidae e Microcotylidae), Digenea (Diplostomidae), Nematoda (Rhabdochonidae, Camallanidae e Anisakidae), Hirudinea (Glossiphoniidae) e Myxozoa (Myxobolidae) (Figuras 3-14). Monogenéticos apresentaram a maior riqueza (13 *taxa*) e abundância, representando 89,6% do total de parasitas coletados (Figura 15). Neste estudo, sete novas espécies de monogenéticos foram encontradas, sendo uma pertencente ao gênero *Demidospermus*, parasitando brânquias de *L. prolixa*; cinco espécies do gênero *Trinigyryus*, parasitas de brânquias de *Hypostomus* spp. (*H. regani*, *H. ancistroides*, *H. margaritifer*, *H. strigaticeps*, *H. aff. topavae*, *H. topavae* e *Hypostomus* sp.) e uma do gênero *Heteropriapulius*, em brânquias de *H. ancistroides* e *H. strigaticeps*, todas em fase de descrição taxonômica.

Dentre os 148 *taxa* de parasitas já descritos em loricarídeos no Brasil, monogenéticos representam o grupo zoológico com maior riqueza de espécies registradas

(47 *taxa*), seguidos de protozoários flagelados do gênero *Trypanosoma* spp. (35 *taxa*), digenéticos (23 *taxa*) e nematoides (21 *taxa*) (Tabela 2; Figura 16). Considerando-se as sete novas espécies de monogenéticos registradas no presente estudo, estas representam 14,9% da riqueza já relatadas em loricarídeos no Brasil, enquanto que os 29 *taxa* aqui registrados, representam 19,5% da riqueza total já descrita para este grupo.

Metacercárias do gênero *Austrodiplostomum* spp. representam os parasitas com menor especificidade ao hospedeiro. Dezoito loricarídeos já foram descritos como hospedeiros intermediários destas metacercárias, incluindo seis novos registros presentes neste estudo, no qual estas metacercárias acometeram todas as espécies de peixes analisadas, aumentando em quase 30,0% o número de hospedeiros para este *taxon*.

Com exceção de *Unilatus unilatus* em *H. regani* e *H. strigaticeps*; metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. em *H. regani*, *H. strigaticeps*, *H. ancistroides* e *H. margaritifera*, todos os outros registros referem-se a novos relatos de ocorrência de parasitas nas espécies analisadas, além de novo registro de distribuição geográfica, mostrando o quão deficiente são os estudos sobre este grupo de hospedeiros.

Na Tabela 2, encontram-se sumarizadas informações sobre a revisão referente aos parasitas já descritos em cerca de 22 gêneros de loricarídeos no Brasil, atualizando a lista com dados observados no presente estudo.

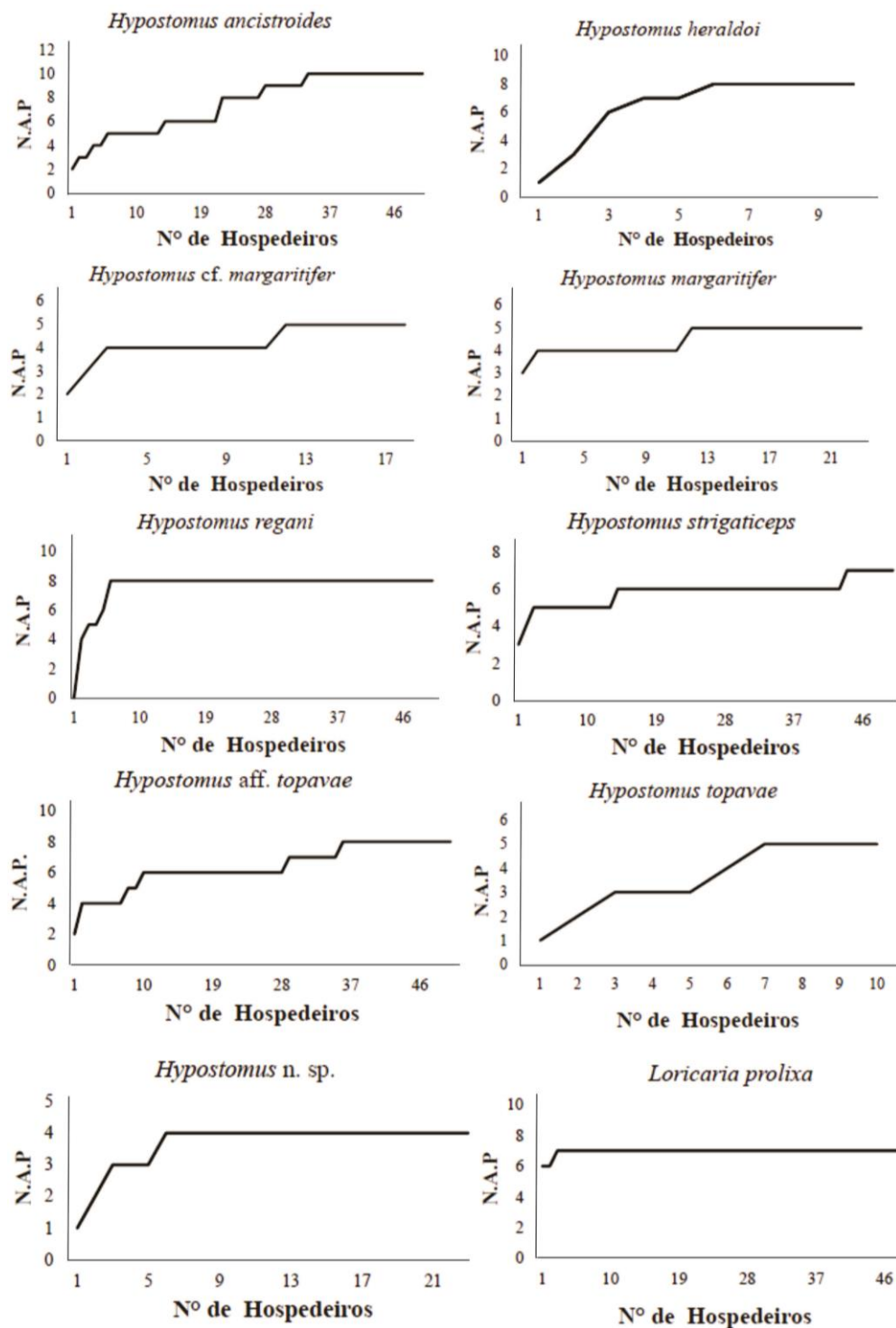


Figura 2. Curva de acumulação de parasitas de loricarídeos coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. (N.A.P.: número acumulativo de espécies de parasitas).

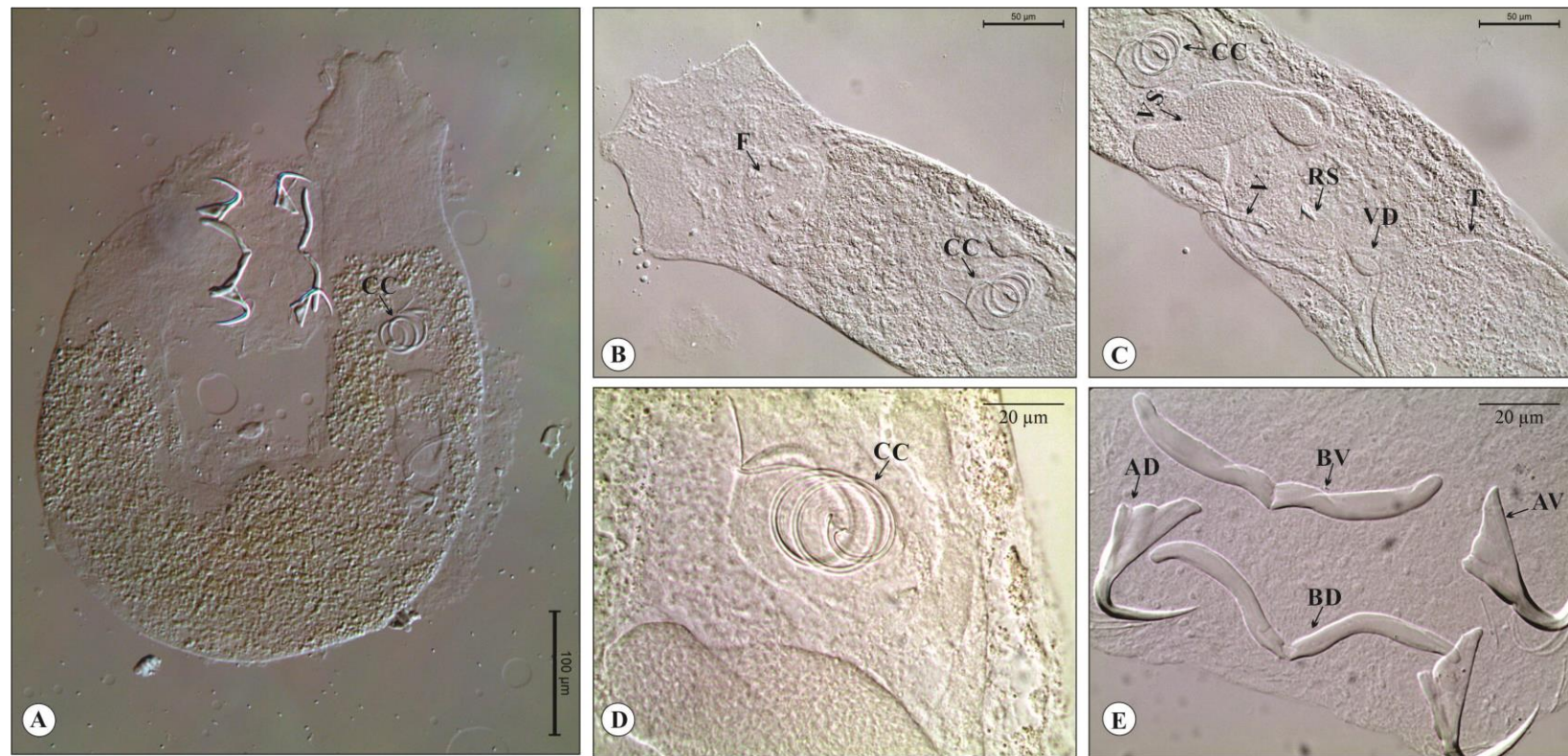


Figura 3. Nova espécie do gênero *Demidospermus* (Monogenea: Dactylogyridae) montado em meio Gray e Wess: parasita de brânquias de *Loricaria prolixa* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. (A) Vista geral, mostrando em detalhe o complexo copulatório (CC); (B) Detalhe da região anterior: faringe (F) e complexo copulatório (CC); (C) Detalhes do complexo copulatório (CC), vesícula seminal (VS), vagina (V), receptáculo seminal (RS), vaso deferente (VD) e testículo (T); (D) Imagem ampliada do complexo copulatório (CC), com cirro em forma de espiral; (E) Detalhes do haptor: barra ventral (BV), barra dorsal (BD), âncoras ventral (AV) e dorsal (AD).

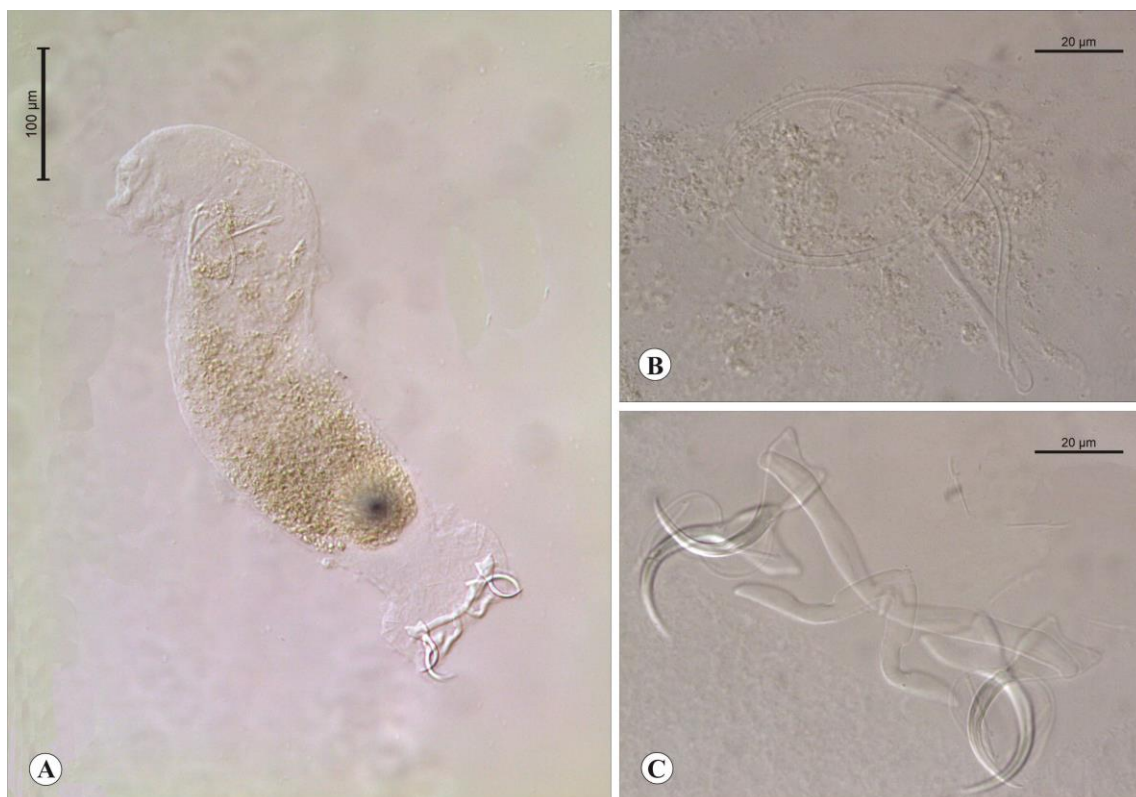


Figura 4. *Demidospermus paranaensis* (Monogenea: Dactylogyridae) montado em meio Gray e Wess: parasita de brânquias de *Loricaria prolixa* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral; (B) Detalhe do complexo copulatório; (C) Haptor.

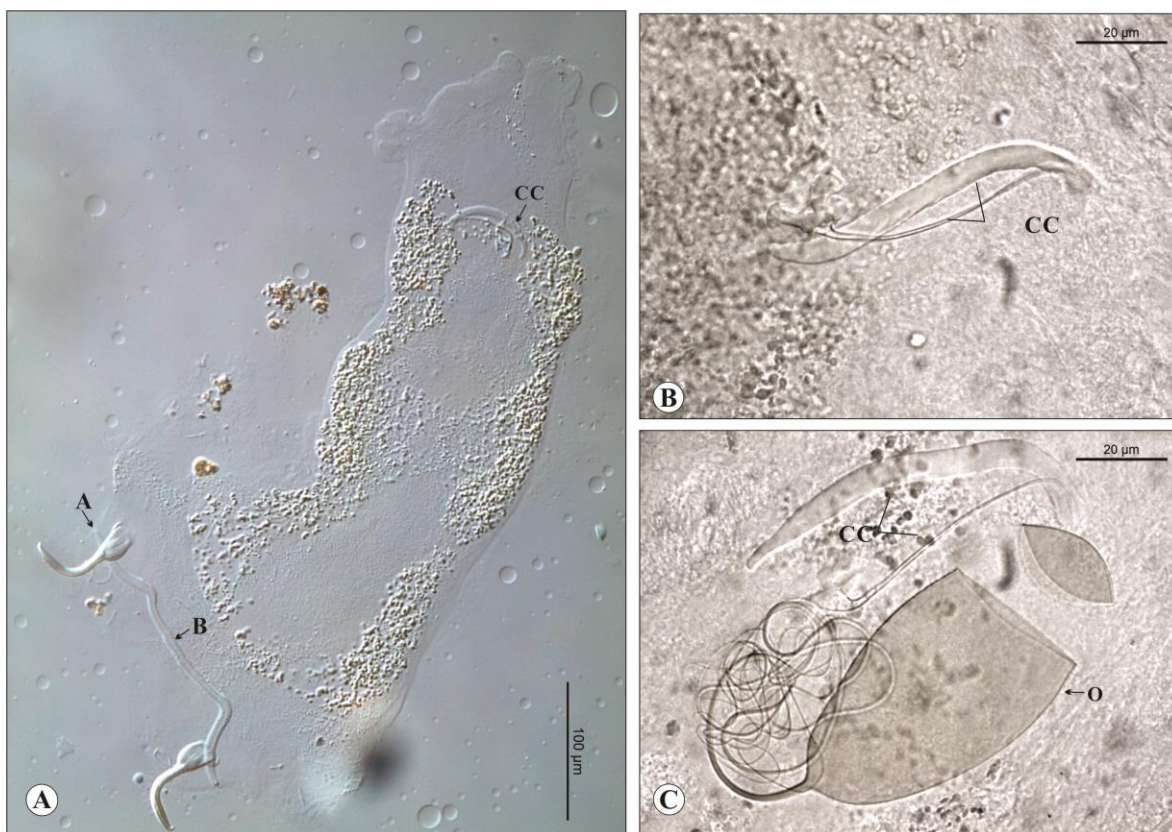


Figura 5. Nova espécie do gênero *Trinigyryus* (1) (Monogenea: Dactylogyridae) montado em meio Hoyer: parasita de brânquias de *Hypostomus regani* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral, mostrando detalhe do complexo copulatório (CC) e haptor, com uma barra (B) em forma de “M” (ou “W”) e um par de âncoras (A); (B) Complexo copulatório (CC); (C): Ovo operculado com filamento polar; (O) e complexo copulatório (CC).

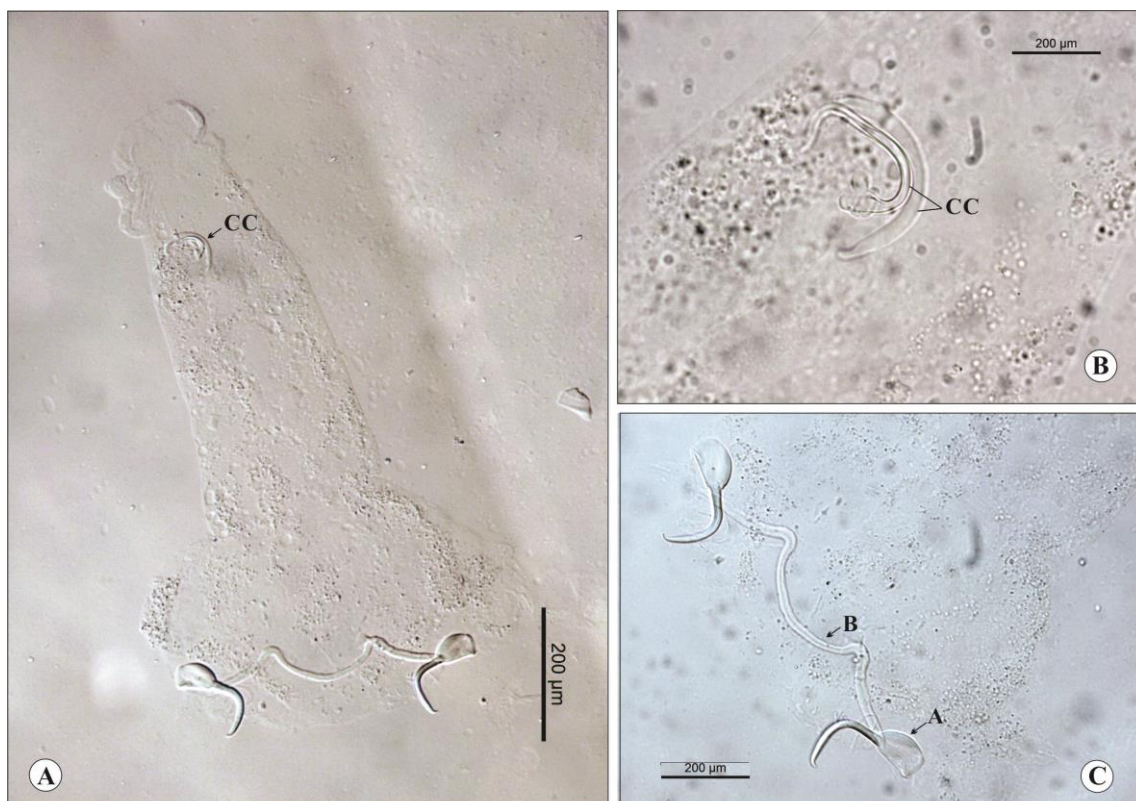


Figura 6. Nova espécie do gênero *Trinigyrus* (5) (Monogenea: Dactylogyridae) montado em meio Hoyer: parasita de brânquias de *Hypostomus* aff. *topavae* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral, indicando posição do complexo copulatório (CC) (B): Detalhe do complexo copulatório (CC); (C) Haptor, com uma barra em forma de “M” (B) e um par de âncoras (A).

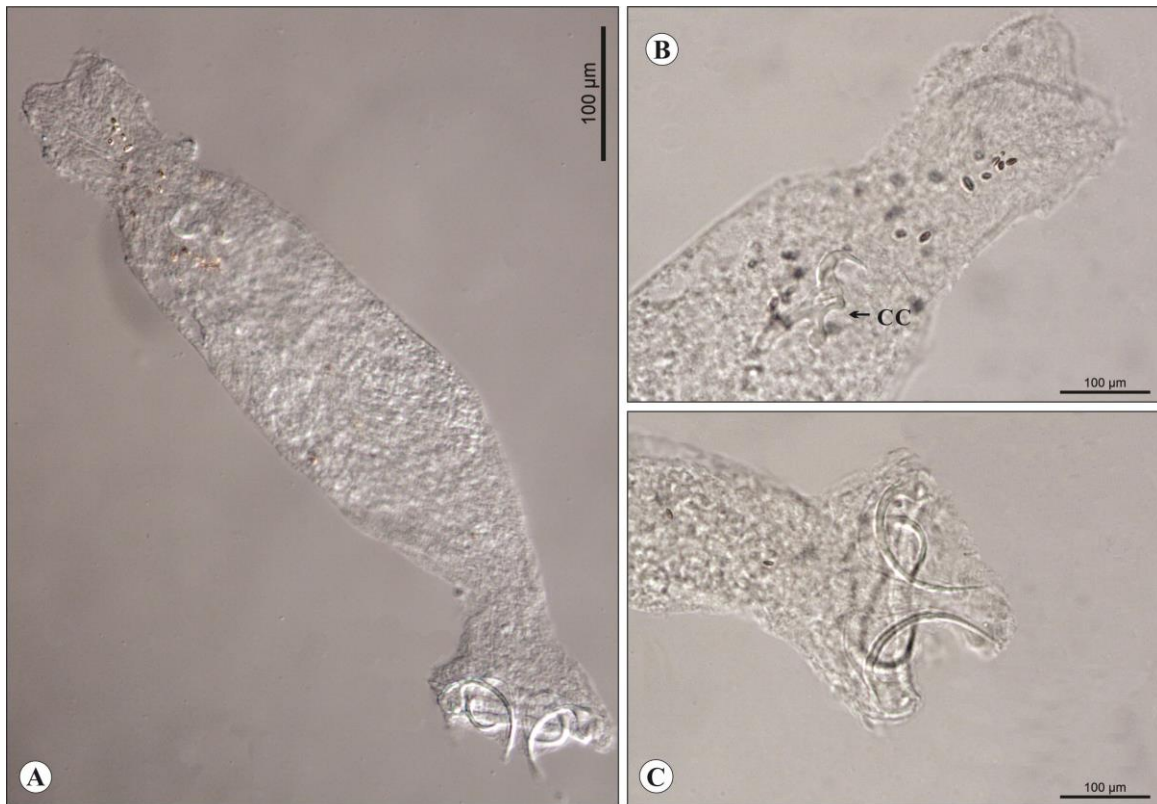


Figura 7. Nova espécie do gênero *Heteropriapulid* (Monogenea: Dactylogyridae) montado em meio Gray e Wess: parasita de brânquias de *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral; (B) Detalhe da região anterior; (C) Haptor.

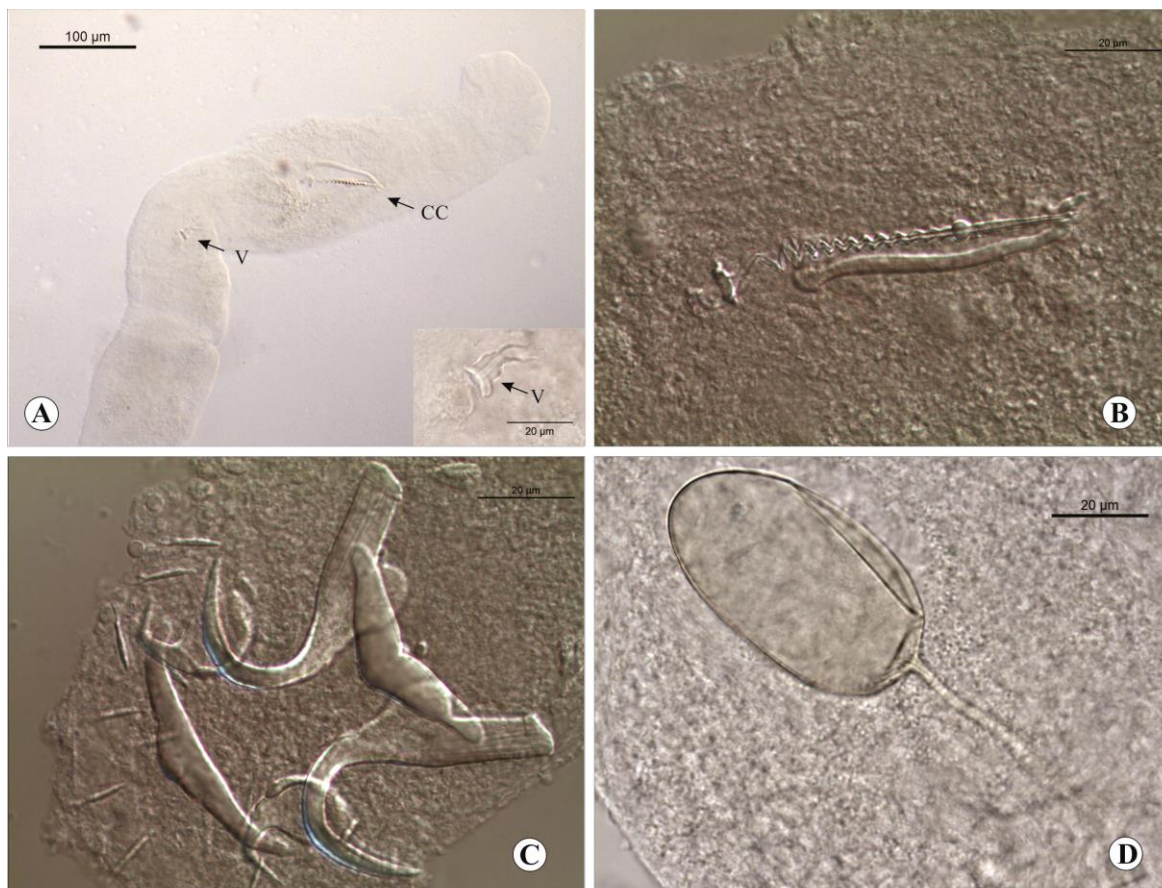


Figura 8. *Unilatus unilatus* (Monogenea: Dactylogyridae) montado em meio Gray e Wess: parasita de brânquias de *Hypostomus regani* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Região anterior: complexo copulatório (CC) e vagina (V); (B) Complexo copulatório (CC); (C) Haptor; (D) Ovo.



Figura 9. *Phanerothecioides agostinhoi* (Monogenea) montado em meio Hoyer: girodactilídeo ovíparo parasita de pele de *Hypostomus regani* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral; (B) Ovo; (C) Haptor com um par de âncoras e sem barra.

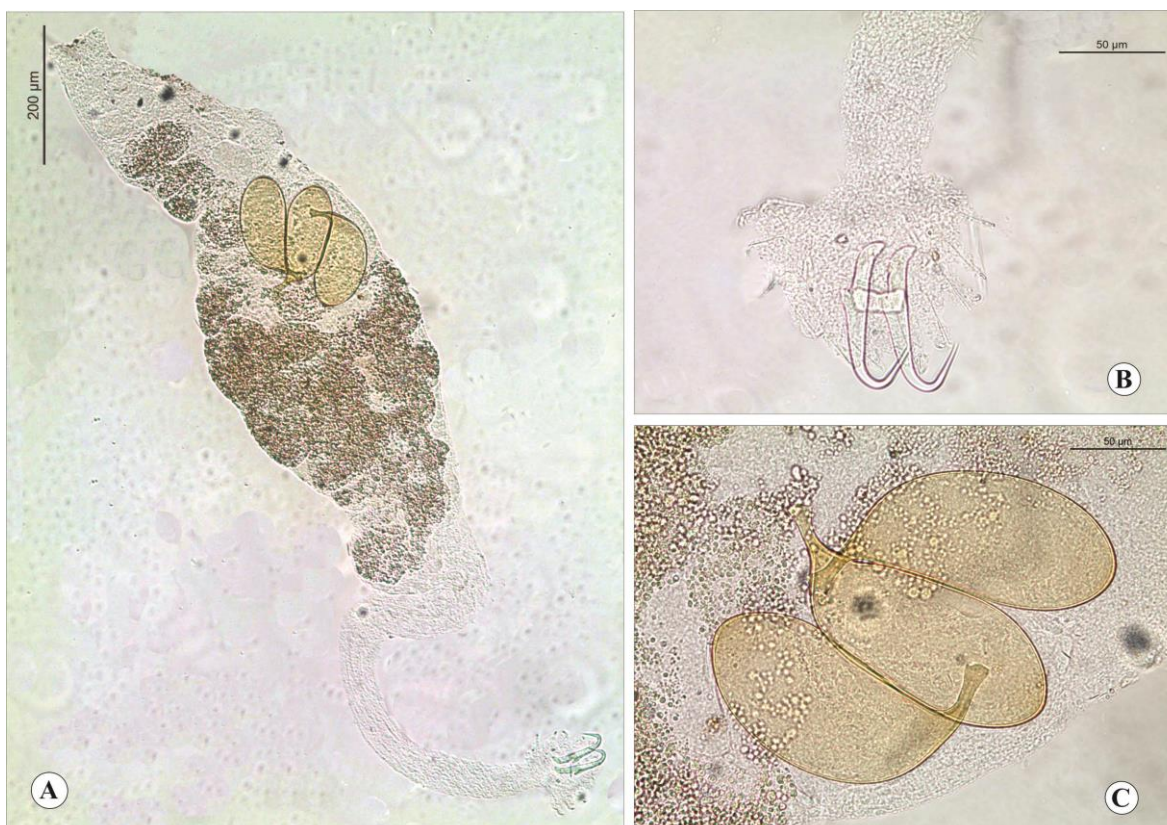


Figura 10. *Phanerothecium spinulatum* (Monogenea) montado em meio Hoyer: girodactilídeo ovíparo ectoparasita de *Hypostomus topavae* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral; (B) Haptor; (C) Ovos.

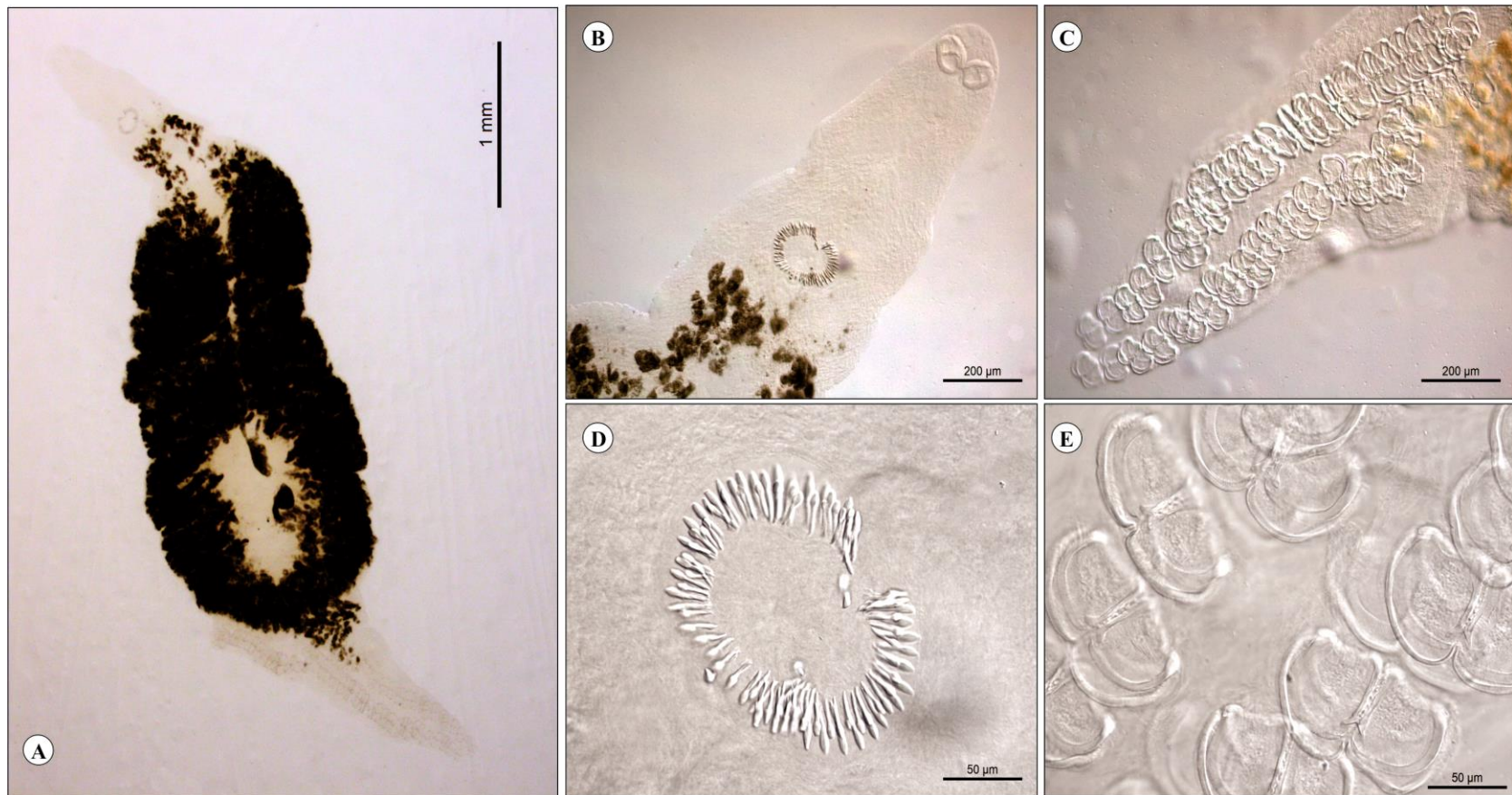


Figura 11. *Paranaella luquei* (Monogenea: Microcotylidae) montado em meio Hoyer: parasita de pele de *Hypostomus* cf. *margaritifer* (Siluriformes: Loricariidae) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Vista geral; (B) Região anterior; (C) Haptor; (D) Átrio genital com espinhos; (E) Detalhes dos grampos do haptor.

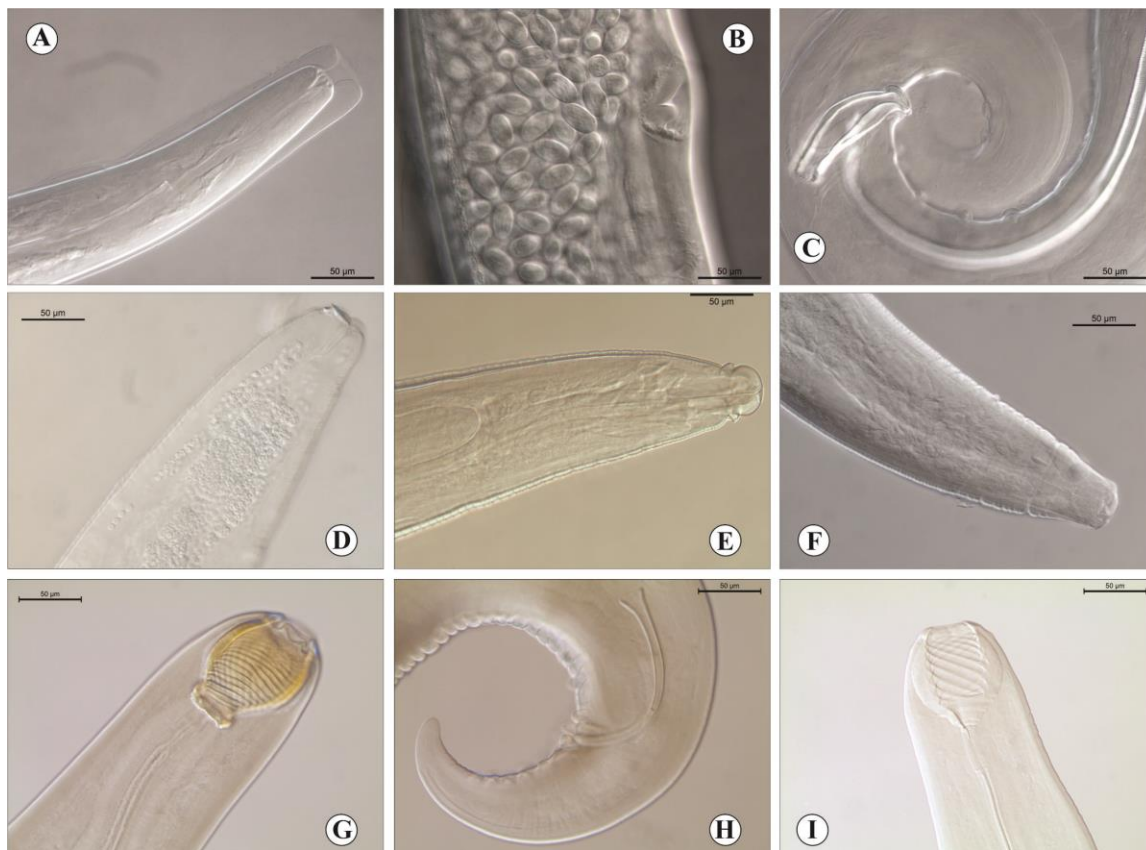


Figura 12. Nematoides parasitas de peixes da família Loricariidae (Siluriformes) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A-C) *Rhabdochona* sp., parasita de *Loricaria prolixa*: (A) Região anterior; (B) Detalhe dos ovos e vulva da fêmea; (C) Região posterior do macho; (D) Região anterior de larva de terceiro estágio de *Contracaecum* sp., coletada no mesentério de *Hypostomus regani*; (E) Nematoda gen. sp.1, parasita de *Hypostomus heraldoi*; (F) Nematoda gen. sp. 2, parasita de *H. regani*; (G-H) *Procammallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*: (G) Cápsula bucal; (H) Região posterior do macho; e (I) Região anterior de larva de *Procammallanus* (*Spirocamallanus*) sp., ambos coletados no intestino de *H. heraldoi*. (Meio para montagem das lâminas: lactofenol de Amann).



Figura 13. Metacercárias e mixozoários parasitas de peixes da família Loricariidae (Siluriformes) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A-B) Metacercárias encontradas nos olhos, coradas com Carmalúmem de Mayer: Diplostomidae gen. sp. 3 encontrado no cristalino de *Hypostomus* aff. *topavae*; (B) *Austrodiplostomum* sp. coletado no humor vítreo de *Hypostomus regani*; (C) Metacercária de Diplostomidae gen. sp. 2, retirada de um cisto na serosa do fígado de *H. regani*; (D) Esporos de *Myxobolus* sp. encontrados nas brânquias de *Hypostomus ancistroides*, montados em lâmina com água e examinados a fresco.

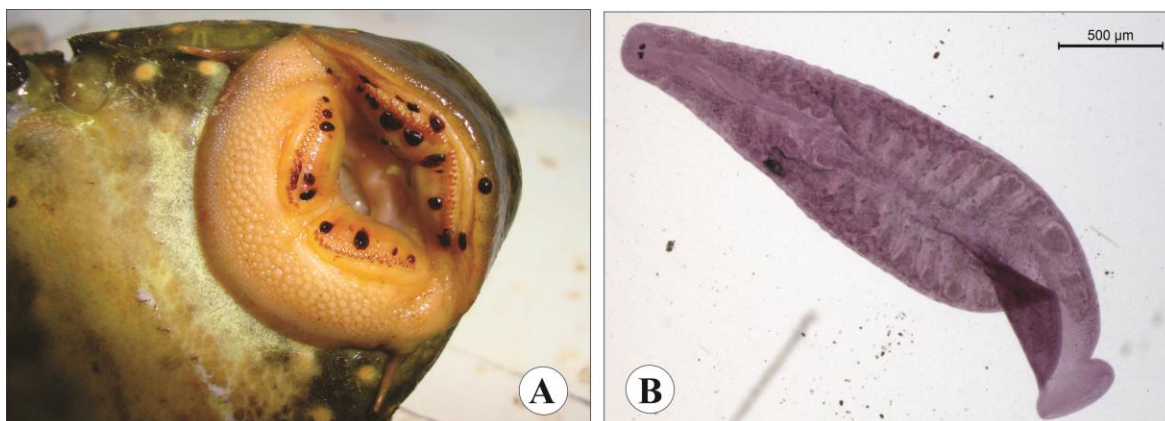


Figura 14. Hirudíneos (Glossiphoniidae) parasitas de peixes da família Loricariidae (Siluriformes) coletados em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (A) Detalhe da cavidade oral de *Hypostomus margaritifer*, contendo estes parasitas; (B) Vista geral de um espécime de glossifonídeo, corado com Carmalúmem de Mayer.

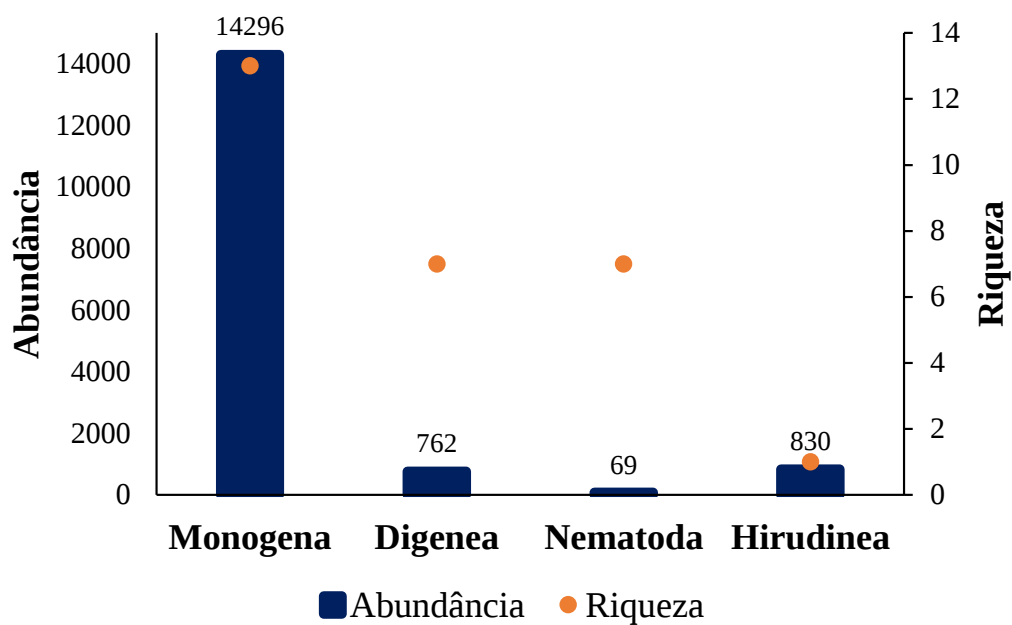


Figura 15. Abundância e riqueza de metazoários parasitas de peixes da família Loricariidae coletados durante os anos de 2012 e 2013, em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil.

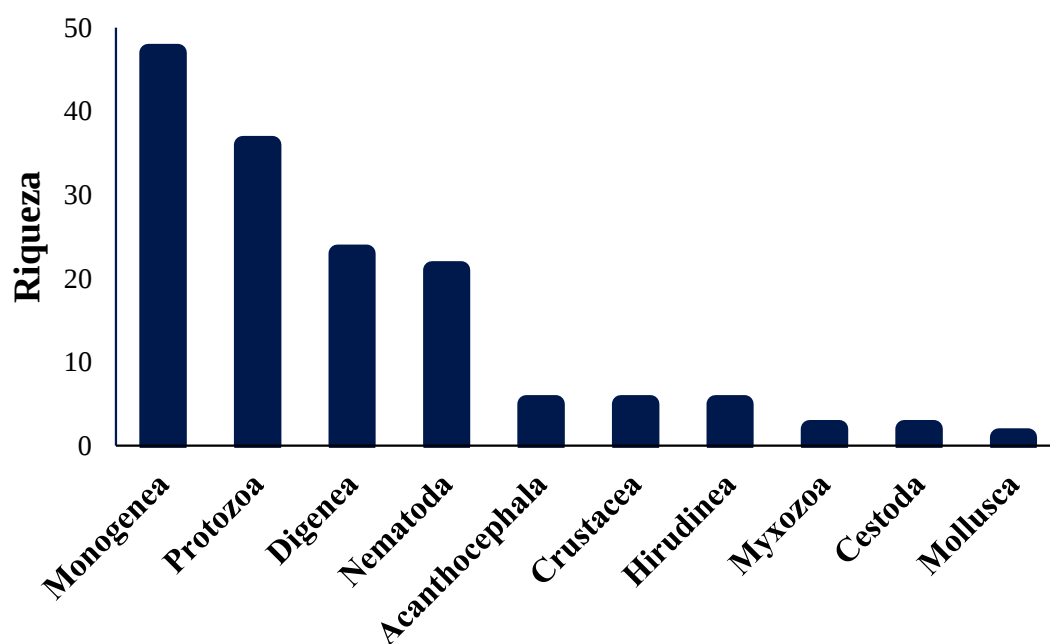


Figura 16. Riqueza de espécies de parasitas de acordo com o grupo zoológico descritos em peixes da família Loricariidae do Brasil, incluindo os registros do presente estudo.

Tabela 1. Lista de espécies de parasitas de peixes da família Loricariidae coletados em área sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil.

<i>Lista de espécies</i>
<u><i>Hypostomus ancistroides</i></u>
MYXOZOA
Myxosporea, Myxobolidae
<i>Myxobolus</i> sp.
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyryus</i> sp. 2*
<i>Trinigyryus</i> sp.3*
<i>Unilatus unilatus</i>
<i>Heteropriapulius</i> sp.*
Monogenea, Gyrodactylidae
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
Diplostomidae gen. sp.1 (metacercária)
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
NEMATODA
Secernentea, Anisakidae
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u><i>Hypostomus heraldoi</i></u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Unilatus unilatus</i>

<i>Lista de espécies</i>
DIGENEA
Digenea gen. sp.1 (metacercária)
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
NEMATODA
Secernentea, Camallanidae
<i>Procamallanus (Spirocamallanus)</i> sp.
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>
Secernentea, Anisakidae
Nematoda gen. sp.1
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u><i>Hypostomus cf. margaritifera</i></u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Unilatus unilatus</i>
Monogenea, Microcotylidae
<i>Paranaella luquei</i>
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
NEMATODA
Secernentea, Anisakidae
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)

Tabela 1. Continuação...

<i>Lista de espécies</i>
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u>Hypostomus marqaritiifer</u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyrys</i> sp.1*
<i>Unilatus unilatus</i>
Monogenea, Gyrodactylidae
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u>Hypostomus regani</u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyrys</i> sp.1*
<i>Unilatus unilatus</i>
Monogenea, Gyrodactylidae
Gyrodactylidae gen. sp.
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
Diplostomidae gen. sp. 2 (metacercária)
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)

Tabela 1. Continuação...

<i>Lista de espécies</i>
NEMATODA
Secernentea, Anisakidae
Nematoda gen. sp. 2 (larva)
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u>Hypostomus strigaticeps</u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyrys</i> sp.1*
<i>Unilatus unilatus</i>
<i>Heteropriapulius</i> sp.*
DIGENEA
Digenea gen. sp.2 (metacercária)
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
NEMATODA
Secernentea, Anisakidae
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u>Hypostomus aff. topavae</u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyrys</i> sp.5*
<i>Unilatus unilatus</i>

Tabela 1. Continuação...

<i>Lista de espécies</i>
Monogenea, Gyrodactylidae
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>
DIGENEA
Digenea gen. sp.3 (metacercária)
Digenea, Diplostomidae
Diplostomidae gen. sp.3 (metacercária)
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
NEMATODA
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u><i>Hypostomus topavae</i></u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyryus</i> sp.4*
Monogenea, Gyrodactylidae
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>
<i>Phanerothecium spinulatum</i>
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u><i>Hypostomus</i> sp.[‡]</u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Trinigyryus</i> sp.1*

Tabela 1. Continuação...

<i>Lista de espécies</i>
<i>Unilatus unilatus</i>
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.
<u><i>Loricaria prolixa</i></u>
MONOGENEA
Monogenea, Dactylogyridae
<i>Demidospermus paranaensis</i>
<i>Demidospermus</i> sp.*
DIGENEA
Digenea, Diplostomidae
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)
NEMATODA
Nematoda gen. sp.3 (fêmea vivípara)
Secernentea, Anisakidae
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)
Secernentea, Camallanidae
<i>Procamallanus (Spirocamallanus)</i> sp.
Secernentea, Rhabdochonidae
<i>Rhabdochona</i> sp.
ANNELIDA
Hirudinea, Glossiphoniidae
Glossiphoniidae gen. sp.

Novas espécies monogenéticos (*) e hospedeiro (‡) em fase de descrição taxonômica

Tabela 2. Parasitas de peixes de água doce pertencentes a família Loricariidae (Teleostei, Siluriformes) já relatados no Brasil, incluindo os novos registros de hospedeiros encontrados (Franceschini et al. – presente estudo) †.

Parasitas	Hospedeiros	Referências
PROTOZOA		
Flagelata		
<i>Spironucleus</i> sp.	<i>Harttia duriventris</i>	Gonçalves et al. (2014)
<i>Trypanosoma</i> sp.	<i>Hypostomus ancistroides</i> ; <i>Pterygoplichthys pardalis</i> ; <i>Hypostomus</i> sp. [<i>Cochliodon</i> sp.; <i>Plecostomus</i> sp.]; <i>Megalancistrus aculeatus</i> ; <i>Hypostomus punctatus</i> [= <i>Plecostomus punctatus</i>]; <i>Leporacanthicus galaxias</i> ; <i>Lasiancistrus saetiger</i> ; <i>Pseudacanthicus spinosus</i> ; <i>Rineloricaria</i> cf. <i>lanceolata</i> ; <i>Ancistrus</i> sp.	D'Agosto e Serra-Freire (1993); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Fujimoto et al. (2013)
<i>Trypanosoma abeli</i>	<i>Hypostomus affinis</i> ; <i>Hypostomus luetkeni</i>	Lemos et al. (2015)
<i>Trypanosoma affonsoi</i>	<i>Hypostomus tietensis</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma albopunctatus</i>	<i>Hypostomus albopunctatus</i> [= <i>Plecostomus albopunctatus</i>]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma anusi</i>	<i>Loricariichthys anus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma barreto</i>	<i>Hypostomus paulinus</i>	Lopes et al. (1990);
<i>Trypanosoma barrosi</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma birmani</i>	<i>Hypostomus commersoni</i> [= <i>Plecostomus commersonii</i>]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma brenteganii</i>	<i>Hypostomus emarginatus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma britskii</i>	<i>Loricaria lentiginosa</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma chagasi</i>	<i>Hypostomus punctatus</i>	Horta e Machado (1911);
<i>Trypanosoma commersonii</i>	<i>Hypostomus commersoni</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma dominguesi</i>	<i>Hypostomus alatus</i>	Lopes (1989);
<i>Trypanosoma guaibensis</i>	<i>Hypostomus commersoni</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma guairaensis</i>	<i>Megalancistrus aculeatus</i>	Eiras, Rego e Pavanelli (1989)
<i>Trypanosoma hypostomi</i>	<i>Hypostomus auroguttatus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)

Tabela 2. Continuação...

<i>Trypanosoma immanis</i>	<i>Loricariichthys anus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma itoi</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma lamanoi</i>	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma lopesi</i>	<i>Rhinelepis aspera</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma loricariae</i>	<i>Loricaria</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma margaritiferi</i>	<i>Hypostomus margaritifer</i> [= <i>Plecostomus margaritifera</i>]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma nupelianus</i>	<i>Rhinelepis aspera</i>	Eiras, Rego e Pavanelli (1990)
<i>Trypanosoma petenuscii</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma pintoii</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Ribeiro et al. (1990)
<i>Trypanosoma piracicaboe</i>	<i>Loricaria piracicaboe</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma plecostomi</i>	<i>Plecostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma pradoi</i>	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma regani</i>	<i>Hypostomus regani</i> [= <i>Plecostomus regani</i>]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma regoi</i>	<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma strigaticeps</i>	<i>Hypostomus strigaticeps</i> [= <i>Plecostomus strigaticeps</i>]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma vallei</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma vasconcelosi</i>	<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma venustissimum</i>	<i>Hypostomus plecostomus</i> [= <i>Plecostomus plecostomus</i>]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Trypanosoma watanabei</i>	<i>Pterygoplichthys lituratus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
Ciliophora		
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	<i>Ancistrus</i> sp.; <i>Squaliforma emarginata</i> [= <i>Hypostomus emarginatus</i>]; <i>Harttia duriventris</i>	Gonçalves et al. (2014)
MYXOZOA		
Myxosporea		
<i>Henneguya occulta</i>	<i>Loricaria</i> sp.	Thatcher (2006); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Myxobolus</i> sp.	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Franceschini et al. (presente estudo)

Tabela 2. Continuação...

MONOGENEA		
Monogenea gen. sp.	<i>Hypostomus</i> aff. <i>albopunctatus</i> ; <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus ternetzi</i> ; <i>Hypostomus</i> sp. 1; <i>Hypostomus</i> sp.; <i>Loricaria</i> sp.; <i>Loricariichthys platymetopon</i> ; <i>Rhinelepis strigosa</i>	Kohn et al. (2011)
<i>Aglaiogyrodactylus calamus</i>	<i>Schizolecis guntheri</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Aglaiogyrodactylus coneii</i>	<i>Pareiorhaphis parmula</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Aglaiogyrodactylus ctenistus</i>	<i>Pareiorhaphis parmula</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Aglaiogyrodactylus guttus</i>	<i>Pareiorhaphis parmula</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Aglaiogyrodactylus forficuloides</i>	<i>Schizolecis guntheri</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Aglaiogyrodactylus forficulatus</i>	<i>Kronichthys lacerta</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007);
<i>Aglaiogyrodactylus pedunculatus</i>	<i>Hisonotus</i> sp.	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Aglaiogyrodactylus salebrosus</i>	<i>Pareiorhaphis parmula</i>	Kritsky, Vianna e Boeger (2007);
Dactylogyridae gen. sp.	<i>Hypostomus affinis</i> ; <i>Loricariichthys castaneus</i>	Paraguassú e Luque (2007)
<i>Demidospermus</i> sp.	<i>Loricariichthys castaneus</i>	Azevedo; Abdallah e Luque (2010)
<i>Demidospermus</i> sp.*	<i>Loricaria prolixa</i> [= <i>Proloricaria prolixa</i>]	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Demidospermus anus</i>	<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Cohen e Kohn (2008)
<i>Demidospermus paranaensis</i>	<i>Loricariichthys platymetopon</i> ; <i>Loricaria prolixa</i> [†]	Ferrari-Hoeinghaus et al. (2010); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
Gyrodactylidae gen. sp.	<i>Hypostomus regani</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Heteropriapulius</i> sp.*	<i>Hypostomus ancistroides</i> ; <i>Hypostomus regani</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Hyperopletes malmbergi</i>	<i>Rineloricaria</i> sp.; <i>Hypostomus affinis</i>	Boeger; Kritsky e Belmont-Jegú (1994); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Azevedo; Abdallah e Luque (2010)
<i>Microcotyle</i> sp.	<i>Hypostomus regani</i>	Eiras et al. (2010)

Tabela 2. Continuação...

<i>Nothogyrodactylus amazonicus</i>	<i>Ancistrus</i> sp.	Kritsky e Boeger (1991)
<i>Nothogyrodactylus clavatus</i>	<i>Ancistrus</i> sp.	Kritsky e Boeger (1991)
<i>Nothogyrodactylus plaesiophallus</i>	<i>Ancistrus</i> sp.	Kritsky e Boeger (1991)
<i>Onychogyrodactylus sudis</i>	<i>Ancistrus multispinis</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Onychogyrodactylus hydaticus</i>	<i>Ancistrus multispinis</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Paranaella luquei</i>	<i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.; <i>Rhinelepis aspera</i> ; <i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i> [†]	Kohn, Baptista-Farias e Cohen (2000); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
<i>Phanerothecium deiropedeum</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Phanerothecium harrisi</i>	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Kritsky e Boeger (1991)
<i>Phanerothecium spinatus</i>	<i>Hypostomus punctatus</i>	Boeger; Kritsky e Belmont-Jegú (1994)
<i>Phanerothecium spinatoides</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Kritsky, Vianna e Boeger (2007)
<i>Phanerothecium spinulatum</i>	<i>Hypostomus</i> cf. <i>regani</i> ; <i>Hypostomus topavae</i> [†]	Kritsky, Vianna e Boeger (2007); Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>	<i>Hypostomus</i> sp.; <i>Hypostomus affinis</i> ; <i>Hypostomus regani</i> [†] ; <i>Hypostomus topavae</i> [†] ; <i>Hypostomus margaritifer</i> [†]	Kritsky, Vianna e Boeger (2007); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Trinigyryrus</i> sp.1*	<i>Hypostomus margaritifer</i> ; <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus strigaticeps</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.**	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Trinigyryrus</i> sp.2*	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Trinigyryrus</i> sp.3*	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Trinigyryrus</i> sp.4*	<i>Hypostomus topavae</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Trinigyryrus</i> sp.5*	<i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Trinigyryrus acuminatus</i>	<i>Acanthicus hystrix</i>	Kritsky, Boeger e Thatcher (1986)
<i>Trinigyryrus hypostomatis</i>	<i>Hypostomus affinis</i>	Azevedo, Abdallah e Luque (2010)

Tabela 2. Continuação...

<i>Trinigyris mourei</i>	<i>Squaliforma emarginata</i> [= <i>Hypostomus emarginatus</i>]	Boeger e Belmont-Jégu (1994); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Gonçalves et al. (2014)
<i>Trinigyris tentaculoides</i>	<i>Hypoptopona thoracathum</i>	Kritsky; Boeger e Thatcher (1986)
<i>Unilatus anoculus</i> [= <i>Diaccessorius anoculus</i>]	<i>Hypostomus bolivianus</i> [= <i>Plecostomus bolivianus</i>]	Price (1968)
<i>Unilatus brittani</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Suriano (1985)
<i>Unilatus brevispinus</i>	<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Unilatus dissimilis</i>	<i>Hemiancistrus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Unilatus irae</i>	<i>Leporacanthicus galaxias</i>	Branches e Domingues (2014)
<i>Unilatus longispinus</i>	<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Unilatus scaphirhynchae</i>	<i>Hemiancistrus scaphirhynchae</i>	Suriano (1985)
<i>Unilatus unilatus</i>	<i>Hypostomus</i> sp.; <i>Hypostomus strigaticeps</i> , <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus iheringii</i> ; <i>Hypostomus ancistroides</i> [†] ; <i>Hypostomus heraldoi</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i> [†] ; <i>Hypostomus margaritifer</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> sp.** [†]	Zica et al. (2012); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
DIGENEA		
Digenea gen. sp.1 (metacercária)	<i>Hypostomus heraldoi</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Digenea gen. sp.2 (metacercária)	<i>Hypostomus strigaticeps</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Digenea gen. sp.3 (metacercária)	<i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Diplostomidae gen. sp. (metacercária)	<i>Loricariichthys</i> sp.; <i>Loricariichthys anus</i> ; <i>Loricariichthys platymetopon</i> ; <i>Loricariichthys rostratus</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.; <i>Pseudohemiodon laticeps</i>	Amato, Amato e Albrecht (2001); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Kohn et al. (2011)

Tabela 2. Continuação...

Diplostomidae gen. sp.1 (metacercária)	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Diplostomidae gen. sp.2 (metacercária)	<i>Hypostomus regani</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Diplostomidae gen. sp.3 (metacercária)	<i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Acanthostomum gnerii</i>	<i>Hypostomus commersoni</i> ; <i>Loricariichthys anus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Kohn et al. (2011)
<i>Allocreadium lobatum</i>	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Austrodiplostomum compactum</i> [= <i>Diplostomum compactum</i>] (metacercária)	<i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus ancistroides</i> ; <i>Hypostomus hermanni</i> ; <i>Hypostomus iheringii</i> ; <i>Hypostomus margaritifer</i> ; <i>Hypostomus strigaticeps</i> ; <i>Megalancistrus parananus</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.; <i>Hypostomus affinis</i> ; <i>Loricariichthys castaneus</i>	Yamada et al. (2008); Zica et al. (2009); Azevedo, Abdallah e Luque (2010); Zica et al. (2011)
<i>Austrodiplostomum</i> sp. [= <i>Diplostomum</i> sp.] (metacercária)	<i>Pterygoplichthys pardalis</i> [= <i>Liposarcus pardalis</i>]; <i>Loricariichthys castaneus</i> ; <i>Loricariichthys anus</i> <i>Hypostomus heraldoi</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i> [†] ; <i>Hypostomus topavae</i> [†] ; <i>Hypostomus ancistroides</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> sp.** [†] ; <i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i> [†] ; <i>Loricaria prolixa</i> [†] ; <i>Hypostomus strigaticeps</i> [†] ; <i>Hypostomus regani</i> [†] ; <i>Hypostomus margaritifer</i> [†]	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
<i>Clinostomum complanatum</i> (metacercária)	<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Clinostomum</i> sp. (metacercária)	<i>Loricariichthys rostratus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Crassicutis intermedius</i>	<i>Hypostomus commersoni</i> ; <i>Hypostomus cochliodon</i> [= <i>Cochliodon cochliodon</i>]; <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Kohn et al (2011)

Tabela 2. Continuação...

<i>Crassicutis cichlasomae</i>	<i>Loricaria</i> sp.	Kohn et al (2011)
<i>Dadaytrema</i> sp.	<i>Megalancistrus parananus</i>	Kohn et al. (2011)
<i>Dendrorchis</i> sp.	<i>Pterygoplichthys</i> sp.	Kohn et al. (2011)
<i>Genarchella tropica</i>	<i>Megalancistrus parananus</i>	Kohn et al. (2011)
<i>Kalitrema kalitrema</i>	<i>Hypostomus punctatus</i>	Thatcher (2006); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Megacoelium spinicavum</i>	<i>Liposarcus pardalis</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Megacoelium spinispecum</i>	<i>Pterygoplichthys</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Saccocoelioides magnus</i>	<i>Megalancistrus parananus</i> [= <i>Pterygoplichthys paranus</i>]	Kohn et al. (2011)
<i>Thometrema magnifica</i>	<i>Hypostomus commersoni</i> ; <i>Hypostomus plecostomus</i> ; <i>Loricariichthys anus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
NEMATODA		
Anisakidae gen. sp. (larva)	<i>Loricaria</i> sp.	Kohn et al. (2011)
Ascarididae gen. sp. (larva)	<i>Loricaria</i> sp.	Luque et al. (2011)
Nematoda gen. sp. (larva)	<i>Loricaria prolixa</i> ; <i>Hypostomus regani</i>	Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
Nematoda gen. sp. 1 (larva)	<i>Hypostomus heraldoi</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Nematoda gen. sp. 2 (larva)	<i>Hypostomus regani</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
Nematoda gen. sp. 3 (adulto)	<i>Loricaria prolixa</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Capillaria</i> sp.	<i>Hypostomus derbyi</i> [= <i>Plecotomus derbyi</i>]	Luque et al. (2011)
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	<i>Loricariichthys castaneus</i> ; <i>Hypostomus regani</i> [†] ; <i>Loricaria prolixa</i> [†] ; <i>Hypostomus ancistroides</i> [†] ; <i>Hypostomus heraldoi</i> [†] ; <i>Hypostomus cf. margaritifer</i> [†] ; <i>Hypostomus strigaticeps</i> [†]	Luque et al. (2011); Azevedo, Abdallah e Luque (2010); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
<i>Cucullanus (Cucullanus) pinnai</i>	<i>Loricaria</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
<i>Eustrongylides ignotus</i> (larva)	Loricariidae gen. sp.	Luque et al. (2011)

Tabela 2. Continuação...

<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)	<i>Lorichariichthys</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
<i>Ichthyouris brasiliensis</i>	<i>Megalancistrus parananus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
<i>Parasynodontisia petterae</i>	<i>Rhinelepis aspera</i> ; <i>Rhinelepis strigosa</i> ;	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
<i>Paracapillaria piscicola</i>	<i>Hypostomus affinis</i>	Azevedo, Abdallah e Luque (2010)
<i>Procamallanus</i> (<i>Procamallanus</i>) <i>annipetterae</i>	<i>Hypostomus albopunctatus</i> [= <i>Plecostomus albopunctatus</i>]; <i>Hypostomus cochliodon</i> ; <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.; <i>Megalancistrus parananus</i>	Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) sp. (larva)	<i>Hypostomus heraldoi</i> ; <i>Loricaria prolixa</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>inopinatus</i>	<i>Squaliforma emarginata</i> ; <i>Hypostomus heraldoi</i> [†]	Golçalves et al. (2014); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
<i>Rhabdochona</i> sp. (adulto)	<i>Loricaria prolixa</i>	Franceschini et al. (presente estudo)
<i>Raphidascaris</i> (<i>Sprentascaris</i>) <i>hypostomi</i>	<i>Hypostomus albopunctatus</i> ; <i>Hypostomus commersoni</i> ; <i>Hypostomus derbyi</i> ; <i>Plecostomus</i> sp.; <i>Ancistrus cirrhosus</i> ; <i>Hypostomus cochliodon</i> ; <i>Hypostomus</i> sp.	Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)
<i>Raphidascaris</i> (<i>Sprentascaris</i>) <i>mahnert</i>	<i>Lorichariichthys brunneus</i> ; <i>Lorichariichthys platymetopon</i> ; <i>Lorichariichthys labiatus</i> ; <i>Lorichariichthys</i> sp.; <i>Pseudohemiodon laticeps</i> [= <i>Loricaria laticeps</i>]; <i>Loricaria</i> sp.;	Luque et al. (2011); Kohn et al. (2011)

Tabela 2. Continuação...

<i>Raphidascaris</i> sp. (larva)	<i>Ancistrus cirrhosis</i> ; <i>Hypostomus albopunctatus</i> ; <i>Hypostomus commersoni</i> ; <i>Hypostomus derbyi</i>	Luque et al. (2011)
CESTODA		
Cestoda gen. sp. (larva)	<i>Loricariichthys</i> sp.	Kohn et al. (2011)
Proteocephalidae gen. sp. (larva)	<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Schäffer, Rego e Pavanelli (1992)
ACANTHOCEPHALA		
<i>Acanthocephala</i> gen. sp.	<i>Hypostomus cochliodon</i> ; <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Loricaria</i> sp.	Kohn et al., 2011
<i>Gracilisentis variabilis</i>	<i>Pterygoplichthys lituratus</i> [= <i>Glyptoperichthys lituratus</i>]; <i>Hypostomus auroguttatus</i> ; <i>Hypostomus nematopterus</i> ; <i>Hypostomus plecostomus</i>	Santos et al. (2008); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Gorytocephalus</i> sp.	<i>Hypostomus</i> sp.	Kohn et al. (2011)
<i>Gorytocephalus plecostomorum</i>	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	<i>Hypostomus carinatus</i>	Santos et al. (2008)
ANNELIDA		
Hirudinea	<i>Loricariichthys castaneus</i>	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
Glossiphoniidae	<i>Hypostomus affinis</i> ; <i>Loricariichthys castaneus</i> ; <i>Hypostomus regani</i> [†] ; <i>Loricaria prolixa</i> [†] ; <i>Hypostomus ancistroides</i> [†] ; <i>Hypostomus heraldoi</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i> [†] ; <i>Hypostomus strigaticeps</i> [†] ; <i>Hypostomus topavae</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i> [†] ; <i>Hypostomus margaritifer</i> [†] ; <i>Hypostomus</i> sp. ^{**†}	Paraguassú e Luque (2007); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Franceschini et al. (presente estudo) [†]
<i>Batrachobdella gemmata</i>	<i>Hypostomus punctatus</i>	D'Agosto e Serra-Freire (1993)
<i>Helobdella</i> sp.	<i>Loricariichthys castaneus</i>	Azevedo, Abdallah e Luque (2010)
<i>Placobdella</i> sp.	<i>Hypostomus affinis</i>	Azevedo, Abdallah e Luque (2010)

Tabela 2. Continuação...

CRUSTACEA		
Copepoda		
<i>Ergasilus</i> sp.	<i>Hypostomus affinis</i> ; <i>Lorichariichthys castaneus</i>	Paraguassú e Luque (2007); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
Isopoda		
Cymothoidae gen. sp.	<i>Lorichariichthys castaneus</i>	Paraguassú e Luque (2007)
<i>Braga nasuta</i>	<i>Hypostomus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
<i>Riggia acuticaudata</i>	<i>Ancistrus</i> sp.	Thatcher, Lopes e Froehlich (2002); Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010); Oda et al. (2015)
<i>Riggia cryptocularis</i>	<i>Ancistrus</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)
MOLLUSCA		
<i>Anodontites trapesialis</i>	<i>Hypostomus ancistroides</i> ; <i>Hypostomus regani</i> ; <i>Loricaria</i> sp.	Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010)

Novas espécies de monogenéticos (*) e de hospedeiro (**) em fase de descrição taxonômica

DISCUSSÃO

Estudos recentes têm abordado a importância dos parasitas como componentes da biodiversidade (LUQUE et al., 2011). Estima-se que a riqueza parasitária possa variar amplamente (entre 75.000 e 300.000 espécies), sobretudo, pelo número limitado de taxonomistas capacitados para identificar, descrever e catalogar estes invertebrados, bem como questões relacionadas a subamostragem (POULIN; MORAND, 2000; DOBSON et al., 2008).

Considerando-se todos os parasitas já descritos em loricarídeos no Brasil, Eiras, Takemoto e Pavanelli (2010) reuniram relatos de ocorrência de ecto e endoparasitas, incluindo protozoários e metazoários. Recentemente, Gonçalves et al. (2014) descreveram aspectos ecológicos da comunidade parasitária de *Squaliforma emarginata* e *Harttia duriventris* da região Noroeste, caracterizadas por baixa riqueza, sendo compostas por protozoários (dois *taxa*), monogenéticos (um *taxon*) e nematoides (um *taxon*).

Embora haja grande diversidade de peixes loricarídeos, com número crescente de descrições de novas espécies, o conhecimento sobre a distribuição geográfica, aspectos da biologia, composição e estrutura da comunidade parasitária deste grupo ainda é limitado. Peixes Characiformes e Siluriformes são os principais componentes da ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim, sendo Loricariidae uma das famílias mais representativas, com cerca de 15 espécies descritas no trecho avaliado (CESÁRIO, 2010; SOUZA, 2014). Este é o primeiro trabalho que reúne informações sobre a fauna parasitária de loricarídeos procedentes de ambientes artificiais (reservatórios) deste rio, incluindo informações sobre uma nova espécie do gênero *Hypostomus* ainda em fase de descrição taxonômica. Desta forma, a maioria dos registros referem-se a novos relatos de ocorrência em hospedeiros, distribuição geográfica, além do registro de sete novas espécies de parasitas.

De modo geral, os monogenéticos representam o grupo mais especioso descrito em loricarídeos no Brasil, com 47 espécies relatadas no grupo, incluindo representantes das famílias Microcotylidae, Gyrodactylidae e, principalmente, Dactylogyridae (Tabela 2). Este é o primeiro registro de dactilogirídeos do gênero *Heteropriapulus* em loricarídeos da América do Sul (*H. strigaticeps* e *H. ancistroides*). A espécie tipo, *Heteropriapulus heterotylus* (= *Heterotylus heterotylus*) foi descrita originalmente em *Hypostomus* sp.

introduzidos para aquariofilia nas cidades de Hyderabad e Secunderabad, na Índia. Depois disso, a espécie só foi relatada parasitando *Pterygoplichthys pardalis*, introduzidos na bacia do Rio Lacantún, no México (MENDOZA-FRANCO; CASPETA-MANDUJANO; SALGADO-MALDONADO, 2012) e em *Pterygoplichthys disjunctivus* introduzidos em um reservatório na ilha de Okinawa, sul do Japão (NITTA; NAGASAWA, 2013).

Ainda dentre os monogenéticos, girodactídeos ovíparos são parasitas específicos de peixes da ordem Siluriformes, mais precisamente, Pimelodidae e Loricariidae (KRITSKY; VIANNA; BOEGER, 2007). Cerca de 21 espécies já foram descritas em hospedeiros da América do Sul, pertencentes a sete gêneros: *Aglaogyrodactylus*, *Hyperopletes*, *Nothogyrodactylus*, *Onychogyrodactylus*, *Oogyrodactylus*, *Phanerothecioides* e *Phanerothecium*. Destas, 20 espécies foram relatadas em loricarídeos brasileiros, sendo duas registradas em peixes do rio Sapucaí-Mirim (*P. spinulatum* e *P. agostinhoi*).

No presente estudo, a comunidade parasitária dos loricarídeos avaliados foi dominada por monogenéticos, o que pode estar associado a maior suscetibilidade do hospedeiro a infestações causadas por estes parasitas, além da possível influência dos efeitos causados pelo represamento e formação dos reservatórios. A construção de empreendimentos para fins hidrelétricos reflete na compartimentalização do curso d'água, levando a formação de lagos artificiais, alterando as características ecológicas dos ambientes aquáticos, terrestres e de seu entorno (TUNDISI, 1999), o que influencia diretamente a ictiofauna e, conseqüentemente, a comunidade de parasitas.

Neste contexto, os impactos negativos causados por ações antrópicas em ecossistemas aquáticos, parecem exercer maior influência sobre parasitas com ciclo de vida complexo (heteroxeno), os quais apresentam ciclo biológico associado a cadeia trófica (MARCOGLIESE, 2005). Isso ocorre uma vez que seus estágios de vida livre ficam mais vulneráveis às alterações ambientais, bem como as populações de hospedeiros intermediários, paratênicos e definitivos que compõem o ciclo (MACKENZIE et al., 1995). Ademais, peixes de populações naturais de rios apresentam dieta mais diversificada que aqueles de lagos e reservatórios, influenciando, sobretudo, a composição da fauna de endoparasitas, uma vez que a dieta pode incluir inúmeros animais que agem como

hospedeiros intermediários e/ou paratênicos (DOGIEL, 1961). Desta forma, a população de parasitas com ciclo de vida direto (monoxeno), como protozoários e monogenéticos, podem aumentar ou prevalecer na comunidade, sobretudo pela facilidade de completar seu ciclo biológico em um único hospedeiro, facilidade de transmissão e redução da resposta imune do hospedeiro (MACKENZIE et al., 1995; MACKENZIE, 1999), justificando os resultados obtidos no presente estudo.

Por conseguinte, a alteração do ambiente lótico para lêntico resultante da construção da barragem, pode favorecer o desenvolvimento de macrófitas que servem como substrato para alguns invertebrados que agem como hospedeiros intermediários de várias espécies de parasitas (MACHADO et al., 1996), como moluscos, crustáceos e hirudíneos. Hirudíneos da família Glossiphonidae parecem ser os principais vetores de protozoários do gênero *Trypanosoma*, os quais tem sido comumente registrados em peixes, somando-se 35 espécies descritas só em loricarídeos (D'AGOSTO; SERRA-FREIRE, 1993; PARAGUASSÚ; LUQUE, 2007; AZEVEDO; ABDALLAH; LUQUE, 2010; EIRAS, TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010; LEMOS et al., 2015). A suscetibilidade, juntamente com a preferência pelo hábito bentônico observado em Loricariidae, facilita a infestação por glossifonídeos, que depositam seus ovos em substratos ou enterram-os no fundo de corpos d'água (THATCHER, 2006). Todas as espécies de loricarídeos analisadas neste estudo foram acometidas por glossifonídeos, corroborando com os dados da literatura.

Observando-se dados presentes na literatura (Tabela 2), loricarídeos podem ser considerados como hospedeiros intermediários ou paratênicos no ciclo biológico de alguns nematoides da família Anisakidae, cestoides proteocefalídeos e digenéticos das famílias Diplostomidae e Clinostomidae, com vários registros de hospedeiros albergando as formas larvais destes parasitas. Larvas de nematoides da família Anisakidae e metacercárias de *Clinostomum* spp. apresentam potencial zoonótico (TAVARES; LUQUE, 2006; KOHN et al., 2011; BARROS, 2012; HARA et al., 2014; MATTIUCCI; D'AMELIO, 2014; SUTILI et al., 2014), com transmissão feita por meio do consumo da carne de peixe crua ou mal-cozida. No caso dos anisquídeos, as larvas podem migrar para a musculatura quando os peixes estão vivos, e também, logo após a morte do hospedeiro (MATTIUCCI; D'AMELIO, 2014; SUTILI et al., 2014). Embora loricarídeos sejam comumente

comercializados para aquariofilia, podem também ser destinados ao consumo humano, sendo necessária a adequada cocção da carne, evitando-se assim, possíveis infecções. As larvas de anisacídeos observadas neste estudo ocorreram com baixa intensidade de infecção e limitaram-se ao mesentério e serosa de órgãos (fígado e intestino), os quais não são normalmente consumidos, reduzindo o risco de infecção humana. No entanto, os peixes foram congelados logo após a captura, dificultando a investigação sobre a migração das larvas no período *post mortem*.

Os novos registros proporcionados por este estudo, ampliaram significativamente o conhecimento sobre a composição, distribuição geográfica, especificidade e compartilhamento de espécies entre membros da família Loricariidae do Brasil, contribuindo para o conhecimento das relações parasita-hospedeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Máringa: EDUEM, 2007. 500p.
- AMATO, S.B.; AMATO, J.F.R.; ALBRECHT, M. Metacercárias livres de diplostomídeos (Digenea, Diplostomidae) em *Loricariichthys anus* (Val., 1840) (Siluriformes, Loricariidae) do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Parasitology al día**, v.25, p. 24-29, 2001
- ARMBRUSTER, J.W. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.141, p. 1-80, 2004.
- AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D.; LUQUE, J.L. Acanthocephala, Annelida, Arthropoda, Myxozoa, Nematoda and Platyhelminthes parasites of fishes from the Guandu river, Rio de Janeiro, Brazil. **Check list**, v.6, p. 659-667, 2010.
- BARROS, L. A. Parasitoses de Peixes com Potencial Zoonótico. In: SILVA-SOUZA, A.T.; LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M. (Orgs). **Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos**. Maringá: Massoni, 2012. p. 125-137.
- BOEGER, W.A.; BELMONT-JÉGU, E. Neotropical Monogenoidea. 21. *Trinigyrus mourei* sp. n. (Dactylogyridae) from the gills of the Amazonian catfish *Hypostomus marginatus* (Loricariidae). **Amazoniana**, v.13, p. 13-16, 1994.
- BOEGER, W.A.; KRITSKY, D.C.; BELMONT-JÉGU, E. Neotropical Monogenoidea. 20. Two New Species of Oviparous Gyrodactylidea (Polyonchoinea) from Loricariid Catfishes (Siluriformes) in Brazil and the Phylogenetic Status of Ooegyrodactylidae Harris, 1983. **Journal of The Helminthological Society of Washington**, v.61, p. 34-44, 1994.
- BOEGER, W.A.; VIANNA, R.T. Monogenoidea. In: THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2.ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. p.42-116.
- BRANCHES, B.; DOMINGUES, M. A new species of *Unilatus* (Platyhelminthes: Monogenoidea) from the gills of *Leporacanthicus galaxias* Isbrücker et Nijssen (Siluriformes: Loricariidae) from Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 59, p. 91–97, 2014.

- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3.ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.
- CASTRO, R.M.C.; ARCIFA, M.S. Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p.493-500, 1987.
- CESÁRIO, V.V. **Estudo sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim, afluente da margem esquerda do Rio Grande no Estado de São Paulo: composição, distribuição espacial e sazonalidade**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2010.
- COHEN, S. C.; KOHN, A. New data on species of *Demidospermus* (Dactylogyridae: Monogenea) parasitizing fishes from the reservoir of the Itaipu Hydroelectric Power Station, Parana State, Brazil, with new synonymies. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.17, p. 167-170, 2008.
- COHEN, S. C.; JUSTO, M.C.N.; KOHN, A. **South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles**. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 2013. 663p.
- D'AGOSTO, M.; SERRA-FREIRE, N.M. Estádios evolutivos de tripanosomas de *Hypostomus punctatus* Valenciennes (Osteichthyes, Loricariidae) em infecção natural de *Batrachobdella gemmata* Blanchard (Hirudinea: Glossiphoniidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.10, p 417- 426,1993.
- DOBSON, A.; LAFFERTY, K.D.; KURIS, A.M.; HECHINGER, R.F.; JETZ, W. Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts? **The Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, p. 11482–11489, 2008.
- DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V.A.; PETRUSHEVSKI, G.K.; POLYANSKI, Y.I. (Eds). **Parasitology of fishes**. Leningrad: University Press, 1961. p. 1-47.
- DUSEK, L.; GELNAR, M.; SEBELOVÁ, S. Biodiversity of parasites in a freshwater environment with respect to pollution metazoan parasites of chub (*Leuciscus cephalus* L.) as a model for statistical evaluation. **International Journal for Parasitology**, v. 28, p.1555-1571, 1998

- EIRAS, J.C.; REGO, A.A.; PAVANELLI, G.C. *Trypanosoma guairaensis* sp. n. (Protozoa, Kinetoplastida) parasita de *Megaloancistrus aculeatus* (Perugia, 1891) (Pisces, Loricariidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.84, p. 389-392, 1989
- EIRAS, J. C.; REGO, A. A.; PAVANELLI, G. C. *Trypanosoma nupelianus* sp. n. (Protozoa, Kinetoplastida) parasitizing *Rhinelepis aspera* (Osteichthyes, Loricariidae) from Paraná river, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.85, p. 183-184, 1990.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333p.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LUQUE, J.L. Checklist of Protozoan parasites of fishes from Brazil. **Zootaxa**, v. 3221, p. 1-25, 2012.
- EIRAS, J.C., TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2.ed. Maringá: Eduem, 2006. 199 p.
- ESCHMEYER, W.N.; FONG, J.D. **Species by Family/Subfamily**. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Acesso em: Nov. 2015
- FERRARI-HOEINGHAUS, A.P.; BELLAY, S.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. A new species of *Demidospermus* Suriano, 1983 (Monogenea, Dactylogyridae) parasitic on *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker et Nijssen (Loricariidae, Siluriformes) from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 55, p. 16-19, 2010.
- FUJIMOTO, R.Y.; NEVES, M.S.; SANTOS, R.F.B; SOUZA, N.C.; COUTO, M.V.S.; LOPES, J.N.S.; DINIZ, D.G.; EIRAS, J.C. Morphological and hematological studies of *Trypanosoma* spp. infecting ornamental armored catfish from Guamá River-PA, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, p.1149-1156, 2013.
- GALLI, P.; CROSA, G.; MARINIELLO, L.; ORTIS, M.; D'AMELIO, S. Water quality as a determinant of the composition of fish parasites communities. **Hydrobiologia**, v. 452, p.173-179, 2001.

- GONÇALVES, R.A; OLIVEIRA, M.S.B.; SANTOS, E.F.; TAVARES-DIAS, M. Aspectos ecológicos da comunidade de parasitos em duas espécies de Loricariidae da bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 4, p. 15-21, 2014.
- HARA, H.; MIYAUCHI, Y.; TAHARA, S.; YAMASHITA, H. Human laryngitis caused by *Clinostomum complanatum*. **Nagoya Journal of Medical Science**, v. 76, p. 81–185, 2014.
- HORTA, P.; MACHADO, A. Estudos citológicos sobre o "*Trypanosoma chagasi*" n. sp. encontrado em peixes do genero *Plecostomus*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.3, p. 336-344, 1911.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Relatório n. 40.672. **Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande**. 2011. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBHS MG/238/relsmgseg.pdf>> Acesso em: 28 nov. 2011.
- KOHN, A.; BAPTISTA-FARIAS, M.D.; COHEN, S.C. *Paranaella luquei* gen. et sp. n. (Monogenea: Microcotylidae), a new parasite of Brazilian catfishes. **Folia Parasitologica**, v.47, p. 279-83, 2000.
- 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.; 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, p.681-690, 2011.
- KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenea. 16. New species of oviparous Gyrodactylidea with proposal of *Nothogyrodactylus* gen. n. (Oogyyrodactylidae). **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v. 58, p. 7–15, 1991.
- KRITSKY, D.C.; BOEGER, W.A.; THATCHER, V.E. Neotropical Monogenea. 9. Status of *Trinigyryus* Hanek, Molnar & Fernando, 1974 (Dactylogyridae) with descriptions of two new species from loricariid catfishes from the Brazilian Amazon. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 99, p. 392-398, 1986.

- KRITSKY, D.C.; VIANNA, R.T.; BOEGER, W.A.; Neotropical Monogenoidea. 50. Oviparous gyroductylids from loricariid and pimelodid catfishes in Brazil, with proposal of *Phanerothecioides* n. g., *Onychogyrodactylus* n. g. and *Aglaiogyrodactylus* n. g. (Polyonchoinea: Gyrodactylidae). **Systematic Parasitology**, v.66, p.1-34, 2007.
- LACHNER, E.A.; ROBINS, C.R.; COURTENAY, W.R.JR. Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America. **Smithsonian Contributions to Zoology**, v. 59, p. 1-29, 1970.
- LEMOES, M.; FERMINO, B.R.; SIMAS-RODRIGUES, C.; HOFFMANN, L.; SILVA, R.; CAMARGO, E.P.; TEIXEIRA, M.M.G.; SOUTO-PADRÓN, T. Phylogenetic and morphological characterization of trypanosomes from Brazilian armoured catfishes and leeches reveal high species diversity, mixed infections and a new fish trypanosome species. **Parasites & Vectors**, v.8, p.1-17, 2015.
- LOPES, R.A. Trypanosomes of Brazilian fishes. III. *Trypanosoma dominguesi* sp. n. from armored catfish *Hypostomus alatus* Castelnau 1855 (Pisces, Loricariidae). **Annales de Parasitologie Humaine et Comparee**, v.64, p.83-88, 1989.
- LOPES, R.A.; RIBEIRO, R.D.; SATAKE, T.; NUTI-SOBRINHO, A; GARCIA, T.A.R. Trypanosomes of Brazilian fishes. II. *Trypanosoma barreto* sp. n. from *Hypostomus paulinus* (Siluriformes, Loricariidae). **Angew Parasitology**, v.31, p. 11-14, 1990.
- LOREAU, M.; ROY, J.; TILMAN, D. Linking ecosystem and parasite ecology. In: THOMAS, F.; RENAUD, F.; GUÉGAN, J. F. (Eds.) **Parasitism and Ecosystem**. New York: Oxford University Press Inc, 2005. 221p.
- 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.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the High Paraná River. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, p. 441-448, 1996.
- MACKENZIE, K. Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. **Marine Pollution Bulletin**, v.38, p.955-959, 1999.

- MACKENZIE, K.; WILLIAMS, H.H.; WILLIAMS, B.; MCVICAR, A.H.; SIDDALL, R. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. **Advances in Parasitology**, v. 35, p. 85–144, 1995.
- MADI, R. R.; UETA, M.T. Parasitas de peixes como indicadores ambientais. In: Silva-Souza, A. T.; Lizama, M. A. P.; Takemoto, R. M. (Eds.). **Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos**. Maringá: Massoni, 2012. p 33-58.
- MAGURRAN, A.E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2013. 261p.
- MARCOGLIESE, D.J. Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? **International Journal for Parasitology**, v. 35, p. 705-716, 2005.
- MARCOGLIESE, D.J; CONE, D.K. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. **Parasitologia**, v.39, p.227-232, 1997.
- MAITLAND, P.S.; MORGAN, N.C. Human impacts. In: MAITLAND, P.S.; MORGAN, N.C. (Eds.). **Conservation management of freshwater habitats: lakes, rivers and wetlands**. Boston: Kluwer Acad. Publishers, 1997. p. 45-85.
- MATTIUCCI, S.; D'AMELIO, S. Anisakiasis. In: Bruschi, F. (Ed.). **Helminth Infections and their Impact on Global Public Health**. 1.ed. [s.l]: Springer Vienna, 2014.502 p.
- MENDOZA-FRANCO, E.F.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; SALGADO-MALDONADO, G. Primer reporte de *Heteropriapulus* sp. (Platelmintos, Monogenoidea) infectando al pez diablo *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes, Loricariidae) introducido en la cuenca del Rio Lacantún de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México. **Jaina: Boletim Informativo**, v. 23, p. 1-6, 2012.
- MONTOYA-BURGOS, J. I. Historical biogeography of the catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae), with implications on the diversification of Neotropical ichthyofauna. **Molecular Ecology**, v. 12, p.1855–1867, 2003.
- MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region**. Praga: Academia, 1998. 464p.
- NELSON. J. S. **Fishes of the world**. 4^a ed. New York: John Wiley & Sons, 2006. 601p.

- NITTA, M.; NAGASAWA, K. First Japanese record of *Heteropriapulius heterotylus* (Monogenea: Dactylogyridae), from the alien catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* (Siluriformes: Loricariidae) in Okinawa. **Species Diversity**, v.18, p. 281-284, 2013.
- ODA, F.H.; GRAÇA, R.J.; TENCATT, L.F.C.; TAVARES, L.E.R.; FROEHLICH, O.; TAKEMOTO, R.M. The poorly known *Riggia acuticaudata* (Crustacea: Isopoda) parasitizing *Ancistrus* sp. (Siluriformes: Loricariidae) from the Paraguay River Basin, Brazil, with comments on its reproductive biology. **Comparative Parasitology**, v. 82, p. 25-28, 2015.
- PARAGUASSÚ, A.R.; LUQUE, J.L. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes do reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.16, n.3, p.121-128, 2007.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Washington, DC.: Smithsonian Books, 2004. 216p.
- POULIN, R.; MORAND, S. The diversity of parasites. **The Quarterly Review of Biology**, v. 75, p. 277–293, 2000.
- PRICE, C.H.E. *Diaccessorius*, a new genus of Monogenea from the gills of an Amazon river teleost. **Acta Biologica Venezuelica**, v. 6, p. 84–89, 1968.
- RAMOS, I.P.; FRANCESCHINI, L.; ZAGO, A.C.; ZICA, E.O.P; WUNDERLICH, A.C.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. New host records and a checklist of fishes infected with *Austrodiplostomum compactum* (Digenea: Diplostomidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. v.22, n.4, p. 511-518, 2013.
- REIS, R. E.; WEBER, C.; MALABARBA, L.R. Review of the genus *Hypostomus* Lacépède. 1803 from southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces. Siluriformes. Loricariidae). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 97, p. 729-766, 1990.
- RIBEIRO, R. D.; LOPES, R. A.; SATAKE, T.; NUTI-SOBRINHO, A.; BRITSKI, H. A. Trypanosomes of Brazilian fishes. IX. *Trypanosoma pinto* sp. n. from armoured catfish *Hypostomus* sp. (Pisces, Loricariidae), from Mogi-Guaçu River, Municipality of Pitangueiras, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.50, p. 559-562, 1990.
- ROXO, F.F.; ALBERT, J.S.; SILVA, G.S.; ZAWADZKI, C.H.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. Molecular Phylogeny and Biogeographic History of the Armored Neotropical

- Catfish Subfamilies Hypoptopomatinae, Neoplecostominae and Otothyriinae (Siluriformes: Loricariidae). **PLoS ONE**, v. 9, e105564, 2014.
- SANTOS, C.P; GIBSON, D.I.; TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L. Checklist of Acanthocephala associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**, v. 1938, p. 1–22, 2008.
- SCHÄFFER, G.V, REGO A.A, PAVANELLI G.C. Peritoneal and visceral cestode larvae in Brazilian freshwater fishes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 87, p. 257-258, 1992.
- SILVA-SOUZA, A. T.; SHIBATTA, O. A.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G.; DUPAS, F.A. Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. In: TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; GALLI, P. (Org.) **Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias para gerenciamento e controle**. 1 ed. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia, 2006. p. 373-386.
- SOUZA, D.F. **Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim – SP, Brasil**. 2014. 82f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2014.
- SURIANO, D.M. El género *Unilatus* Mizelle y Kritsky, 1976 (Monogenea, Ancyrocephalinae) parásito de Siluriformes (Pisces: Loricariidae) del Rio Negro, Manaus, Brasil. **Neotropica**, v. 31, p. 163-175, 1985.
- SUTILI, F. J.; GRESSLER, L. T.; PELEGRI, L. F. V. *Clinostomum complanatum* (Trematode, Digenea): A parasite of birds and fishes with zoonotic potential in southern Brazil: A review. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, p. 99–114, 2014
- TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L. Sistemática, biologia e importância em saúde coletiva das larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas de peixes ósseos marinhos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: SILVA-SOUZA, A.T. (Ed.) **Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil**. Maringá: Abrapoa, 2006. p. 297-328.
- THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2.ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. 509p.

- THATCHER, V. E.; LOPES, L.P.; FROEHLICH, O. *Riggia acuticaudata* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the body cavity of a freshwater fish of Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, 195-201, 2002.
- TUNDISI, J.G. Represas como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.), **Ecologia de represas: estrutura, funções e aspectos sociais**. São Paulo: FAPESP, 1999. p.19-38.
- YAMADA, F.H.; MOREIRA, L.H. DE A.; CESCHINI, T.L.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Novas ocorrências de metacercária de *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes: Digenea) parasito de olhos de peixes da bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, p. 163–166, 2008.
- ZAWADZKI, C. H., TENCATT, L. F. C; FROEHLICH, O. A new unicuspid-toothed species of *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Paraguai basin. **Neotropical Ichthyology**, v.12, p. 97-104, 2014.
- ZICA, E. O. P; BRANDÃO, H.; ZAWADZKI, C.H.; NOBILE, A.B.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. The occurrence of *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Digenea: Diplostomidae) metacercariae in the eyes of loricariid fish (Siluriformes: Osteichthyes: Loricariidae) from Brazil. **Journal of Helminthology**, v.85, p. 73-79, 2011.
- ZICA, E. O. P.; SANTOS, K.R.; RAMOS, I.P.; ZANATTA, A.S.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. First case of an infection of the metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Digenea, Diplostomidae) in *Hypostomus regani* (Ihering, 1905) (Siluriformes: Loricariidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.4, p. 35-38, 2009.
- ZICA, E. O. P.; ABDALLAH, V.D; AZEVEDO, R.K.; WUNDERLICH, A.C.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. *Unilatus unilatus* Mizelle & Kritsky, 1967 (Monogenea, Ancyrocephalinae) in *Hypostomus* spp. (Siluriformes, Loricariidae) from the Chavantes reservoir, São Paulo State, Brazil. **Helminthologia**, v.49, p. 87 – 91, 2012.

WEBER. C. Subfamily Hypostominae (Armored catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Eds.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipurcs, 2003. p. 351-372.

ⁱ Palavras-chaves (nos idiomas português e inglês): Brasil; Paraná; São Paulo; bacia; reservatório; Loricariidae; loricarídeos; cascudos; Siluriformes; Hypostominae; *Hypostomus*; parasitas; helmintos; Protozoa; protozoários; Flagellata; *Trypanosoma*; Myxozoa; mixozoários; mixosporídeos; Hirudinea; Glossiphoniidae; Nematoda; nematoíde; Trematoda; trematódeos; Acanthocephala; acantocéfalos; Monogenea; monogenéticos; Cestoda; cestóide; Proteocephalidae; Crustacea; Ergasilidae; Isopoda; Copepoda; Pentastomida.

Artigo 2

*Estrutura espacial de comunidades de parasitas de peixes
loricarídeos (Teleostei: Siluriformes) de um rio Neotropical*

Resumo

O conhecimento limitado sobre os aspectos biológicos, padrões biogeográficos e variabilidade morfológica de peixes da família Loricariidae, são fatores que dificultam estudos sobre a diversidade deste grupo e, consequentemente, de seus parasitos. Desta forma, informações relacionadas à diversidade e aspectos biológicos de organismos parasitos de peixes loricarídeos são escassas, contudo de suma importância para levantamentos de biodiversidade e trabalhos de conservação. Assim, durante os anos de 2012 e 2013 foram realizadas duas amostragens anuais (período seco/chuvoso), em oito pontos amostrais, situados nos reservatórios de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) Palmeiras, Anhanguera e Retiro no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil. Foram analisados espécimes de *Loricaria prolixa*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*, *Hypostomus topavae*, *Hypostomus* aff. *topavae* e uma nova espécie do gênero *Hypostomus*, totalizando 334 peixes. Foram registrados 29 taxa de parasitas, totalizando 15.957 espécimes, sendo Monogenea o grupo mais representativo em riqueza (13 taxa) e abundância numérica (14.296). Árvores de Regressão Multivariada foram produzidas para verificar os efeitos relativos e interações de fatores relacionados aos hospedeiros (espécie, peso, fator de condição), fatores temporais (estação do ano e ano de captura) e ambientais (área de amostragem) sobre a abundância dos parasitas em diferentes escalas de contexto (global, gênero do hospedeiro e local). Os efeitos oriundos das diferenças entre as espécies hospedeiras foram preditores determinantes sobre a abundância parasitária (escalas global, gênero “*Hypostomus*” e local), e *L. prolixa* apresentou a maior diferença na composição e abundância de seus parasitas em relação a *Hypostomus* spp.. A estrutura espacial das infracomunidades de parasitas dos loricarídeos avaliados foi determinada, pelas diferenças entre fatores intrínsecos relacionados as espécies hospedeiras, bem como pela distribuição dos hospedeiros e complexidade estrutural das áreas nas quais foram amostrados.

Palavras-chaves: cascudos; endoparasitas; ectoparasitas; Pequenas Centrais Hidrelétricas; Árvore de Regressão Multivariada

Abstract

The limited knowledge about the biological aspects, biogeographic patterns and high morphological variability of Loricariidae fishes are factors that make difficult the studies on biodiversity of this group, including the parasitic diversity of these fishes. Therefore, studies related to the diversity and biological aspects of loricariid parasites are shortage, however, it is very important to biodiversity survey and research about conservation. During 2012 and 2013, two annual samples (dry/rainy seasons) were carried out, in eight sampling sites situated between three Small Hydroelectric Power Plants (SHPPs): Palmeiras, Anhanguera, and Retiro, in Sapucaí-Mirim River, São Paulo State, Brazil. Specimens of *Loricaria prolixa*, *Hypostomus margaritifer*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus strigaticeps*, *Hypostomus regani*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus* cf. *margaritifer*, *Hypostomus topavae*, *Hypostomus* aff. *topavae*, and a new species of the *Hypostomus* genus, were analyzed, totaling 334 fishes. Twenty-nine taxa were found, totaling 15,957 parasite specimens, and Monogenea was the most representative group considering their richness (13 taxa) and numerical abundance (14,296). Multivariate Regression Trees (MRT) were performed in order to verify the relative effects and interactions of factors related to the host traits (host species, body weight and relative condition factor - Kn), temporal (season and year of capture) and environmental (sampling sites) on the abundance of parasite assemblage at several scales context (global, genus and local scales). In MRT analysis, the effects caused by differences between host species were a determinant predictor on the parasite abundance (global, genus “*Hypostomus*” and local scales), and *L. prolixa* presented a greatest difference in the composition and abundance of their parasites in relation to *Hypostomus* spp., mainly in relation to monogenean species. Therefore, the spacial structure of the infracommunities evaluated was determined, especially, by the intrinsic differences among host species and by the structural complexity of the sampling areas assessed.

Key words: suckermouth fishes; endoparasites; ectoparasites; Small Hydroelectric Power Plants; Multivariate Regression Trees

INTRODUÇÃO

A Ordem Siluriformes é uma das mais numerosas, com cerca de 2.867 espécies, e inclui peixes conhecidos popularmente como bagres ou “*catfishes*”, amplamente distribuídos em ambientes marinhos, estuarinos e dulcícolas (ESCHMEYER; FONG, 2015). Nesta ordem, a família Loricariidae é uma das mais diversas, com aproximadamente 900 espécies válidas de peixes conhecidos como “cascudos” (MONTROYA-BURGOS, 2003).

O gênero *Hypostomus* é o mais especioso dentre os loricarídeos sul-americanos, composto por cerca de 130 espécies nominais de peixes dulcícolas (CHIACHIO; OLIVEIRA; MONTROYA-BURGOS, 2008; ESCHMEYER; FONG, 2015). De modo geral, os loricarídeos apresentam elevada variabilidade intraespecífica quanto à morfologia e padrão de coloração, durante todo seu desenvolvimento ontogenético dificultando estudos acerca da sistemática e biodiversidade deste grupo (REIS; WEBER; MALABARBA, 1990; WEBER, 2003), incluindo estudos sobre a distribuição e estrutura de suas respectivas comunidades parasitárias.

A América do Sul apresenta uma das faunas de peixes dulcícolas mais ricas do mundo, refletindo a grande heterogeneidade de habitats observado em suas bacias hidrográficas (LOWE-MCCONNEL, 1999). O rio Sapucaí-Mirim localiza-se no extremo Norte do Estado de São Paulo, próximo ao Estado de Minas Gerais, apresentando característica lótica, com fortes corredeiras e pequenas cachoeiras, albergando aproximadamente 15 espécies de loricarídeos (CESÁRIO, 2010; SOUZA, 2014). No entanto, a construção de empreendimentos para aproveitamento hidrelétrico, como Pequenas Centrais Hidrelétricas¹ (PCHs), tem alterado as características hídricas desta região, ameaçando a biodiversidade local, sobretudo em relação à ictiofauna e, consequentemente, de seus parasitas.

¹ Pequenas Centrais Hidrelétricas: De acordo com a resolução nº 652 - 09-12-2003 da ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica, refere-se a todo aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1,0 MW e igual ou inferior a 30,0 MW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km² (BRASIL, 2008).

Em sistemas naturais, a composição da comunidade de parasitas é determinada pela combinação entre sua ecologia atual, fisiologia e a história filogenética de seus hospedeiros (VICKERY; POULIN, 1998). No entanto, distúrbios ambientais causados por ações antrópicas também podem afetar direta ou indiretamente a estrutura de comunidades parasitárias, sobretudo, por meio da alteração do habitat, poluição, mudanças climáticas e introdução de espécies (THOMAS; RENAUD; GUÉGAN, 2005).

O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura espacial das comunidades parasitárias de peixes da família Loricariidae, coletados em área sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil. Para isso, foram feitas análises ao nível de comunidade componente e infracomunidade, avaliando a variação na composição de espécies de parasitas entre locais de amostragem e espécies de peixe, baseando-se em variáveis explanatórias, como tamanho do corpo (peso), espaço (área de amostragem) e tempo (ano e estação de amostragem).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de amostragem

Durante os anos de 2012 e 2013, foram realizadas duas coletas anuais (período seco e chuvoso), em oito pontos amostrais, situados entre três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs): Palmeiras (Área 1: 20,0°34,0'22,0"S 47°46,0'57,3"W; Área 2: 20,0°33,0'57,8"S 47,0°46,0'45,4"W; Área 3: 20,0°31,0'51,8"S 47,0°49,0'54,0"W); Anhanguera (Área 4: 20,0°30,4'62,0"S 47,0°51,0'24,0"W; Área 5: 20,0°29,0'43,0"S 47,0°51,0'44,0"W; Área 6: 20,0°29,0'26,0"S 47,0°51,0'26,0"W) e Retiro (Área 7: 20,0°26,0'56,0"S 47,0°52,0'46,8"W; Área 8: 20,0°26,0'13,9"S 47,0°53,0'26,4"W) (Figura 1). Foram coletados 334 peixes pertencentes às 10 espécies mais abundantes de Loricariidae do Rio Sapucaí-Mirim (*Loricaria prolixa* (n=50), *Hypostomus margaritifer* (n=23), *Hypostomus heraldoi* (n=10), *Hypostomus strigaticeps* (n=50), *Hypostomus regani* (n=50), *Hypostomus ancistroides* (n=50), *Hypostomus* cf. *margaritifer* (n=18), *Hypostomus topavae* (n=10), *Hypostomus* aff. *topavae* (n=50), além de uma nova espécie do gênero *Hypostomus*

(n=23)), na região compreendida entre os municípios de Guará e São Joaquim da Barra, São Paulo, Brasil. Dados biométricos (peso e comprimento padrão) e número total de espécimes de hospedeiros coletados nos períodos seco e chuvoso estão representados na Tabela 1.

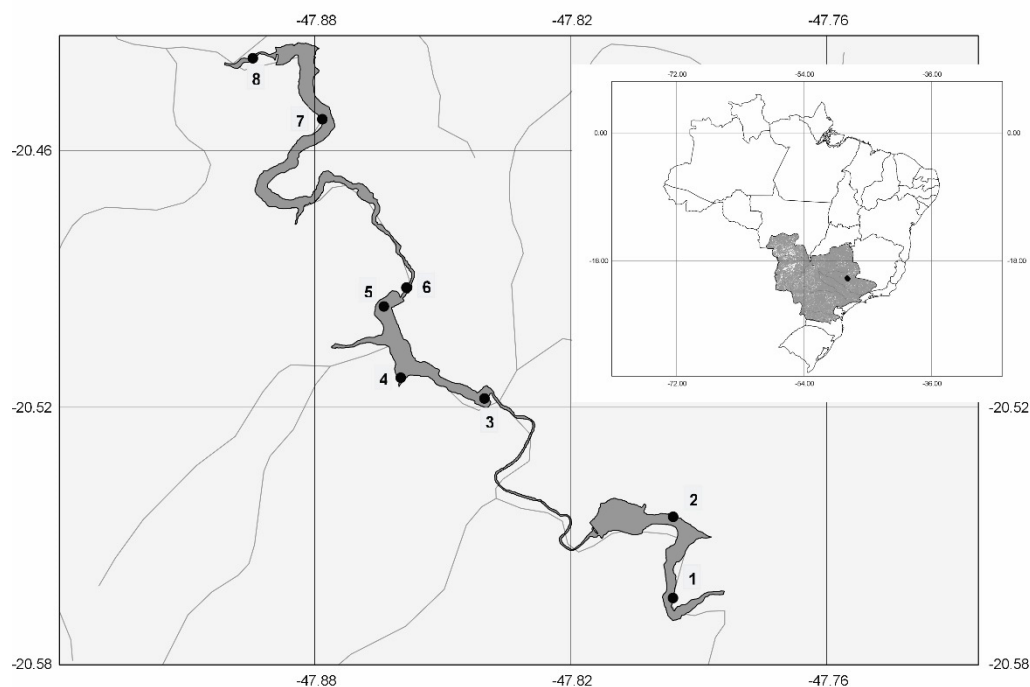


Figura 1. Áreas de amostragem (1-8) situadas entre os reservatórios de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no Rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: PCH Palmeiras (1-3), Anhanguera (4-6) e Retiro (7 e 8).

Tabela 1. Peso (g) e comprimento padrão (cm) de peixes da família Loricariidae coletados em diferentes períodos sazonais (chuvoso/seco) nos anos de 2012 e 2013 em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. Valores expressos em média $\pm$ desvio padrão (mínimo – máximo).

Hospedeiros (NUP†)	Chuvoso*	Seco†	Total	Peso	Comprimento Padrão
<i>Hypostomus ancistroides</i> (NUP15003)	34	16	50	37,8 $\pm$ 15,9 (10,3-75,8)	12,0 $\pm$ 1,8 (8,0-15,5)
<i>Hypostomus heraldoi</i> (NUP #)	8	2	10	93,1 $\pm$ 22,9 (71,7-148,9)	16,7 $\pm$ 1,4 (14,6-19,5)
<i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i> (NUP15218)	3	15	18	179,4 $\pm$ 59,9 (82,2-365,7)	18,6 $\pm$ 2,0 (15,0-23,0)
<i>Hypostomus margaritifer</i> (NUP 15216)	17	6	23	397,1 $\pm$ 303,2 (92,6-118,3)	23,0 $\pm$ 5,3 (15,0-32,0)
<i>Hypostomus regani</i> (NUP15217)	23	27	50	127,8 $\pm$ 98,2 (12,1-492,8)	17,0 $\pm$ 3,9 (9,8-24,0)
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (NUP14990)	15	35	50	127,2 $\pm$ 38,3 (27,5-210,3)	17,5 $\pm$ 1,9 (11,8-21,0)
<i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i> (NUP15075)	9	41	50	37,2 $\pm$ 25,3 (7,3-171,5)	11,4 $\pm$ 2,3 (7,2-19,5)
<i>Hypostomus topavae</i> (NUP14996)	9	1	10	32,3 $\pm$ 26,4 (8,5-102,6)	10,7 $\pm$ 2,2 (7,3-15,8)
<i>Hypostomus</i> sp.** (NUP14997)	8	15	23	104,1 $\pm$ 33,2 (40,0-184,8)	15,7 $\pm$ 1,7 (11,8-19,0)
<i>Loricaria proluxa</i> (NUP 15002 N 4)	23	27	50	258,3 $\pm$ 118,4 (5,6-517,0)	32,7 $\pm$ 5,9 (10,5-44,0)
Total	149	185	334		

† Número de tombamento dos hospedeiros na Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUP). # Material ainda não depositado na Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUP). **Nova espécie do gênero *Hypostomus*, ainda em fase de descrição taxonômica. *Período chuvoso: refere-se a soma dos peixes coletados, por espécie, durante as coletas realizadas nos meses de março de 2012 e 2013. †Período seco: refere-se a soma dos peixes coletados, por espécie, durante as coletas executadas nos meses de julho de 2012 e 2013.

Amostragem de hospedeiros e parasitas

Os peixes foram amostrados empregando-se redes de espera de monofilamento de nylon, com malhagens entre 30 a 180 mm entre nós, expostas por um período médio de 16 horas, entre as 15h e 7h do dia consecutivo (Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico – SISBio 13794-1). Os espécimes de peixes foram individualizados em sacos plásticos, gradativamente resfriados em caixas térmicas com gelo e encaminhados para o laboratório para necropsia. No laboratório, os peixes foram pesados (g), medidos (cm) e analisados quanto a presença de cistos ou ectoparasitas na superfície do corpo. Em seguida, as narinas e superfície do corpo foram lavados com água, e o conteúdo recolhido para análise com auxílio de estereomicroscópio. Então, as brânquias foram removidas, colocadas em um frasco com água morna (cerca de 60° C), e agitadas vigorosamente. Este conteúdo foi completado com álcool absoluto (BOEGER; VIANNA, 2006), para posterior coleta dos monogenéticos e outros parasitas que pudessem estar presentes. Por conseguinte, a cavidade visceral foi aberta para a determinação do sexo e análise de todos os órgãos e musculatura. Os helmintos encontrados foram fixados e processados de acordo com técnicas propostas por Eiras, Takemoto e Pavanelli (2006). A identificação dos parasitas foi feita até o menor nível taxonômico possível, baseada em chaves de identificação e bibliografia específica (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006; KOHN; FERNANDES; COHEN, 2007; COHEN; JUSTO; KOHN, 2013).

Análises morfológicas e morfométricas dos parasitas foram realizadas utilizando-se sistema computadorizado de análise de imagem com Contraste de Interferência Diferencial (*Differential Interference Contrast* - DIC) - LAS V3 (Leica Application Suite). Espécimes-testemunho dos hospedeiros foram depositados na Coleção Ictiológica do Nupélia (NUP), da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, e os parasitas serão depositados na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP, campus de Botucatu, respectivamente.

Análises limnológicas

Amostras de água foram obtidas em cada área amostral situadas entre as PCHs Palmeiras, Anhanguera e Retiro, de acordo com a localização das redes de espera, utilizando garrafa de Van Dorn, para posterior quantificação da clorofila-*a*, fósforo total e amônia (GOLTERMAN; CLYMO; OHNSTAD, 1978; HENRY, 1990; LORENZI, 1991). Durante os anos de 2012 e 2013, foram realizadas ao menos quatro amostragens de água por ano (março, junho, setembro e dezembro), para avaliar a variação dos parâmetros físicos e químicos. Os parâmetros avaliados *in situ* foram: transparência (utilizando Disco de Secchi); oxigênio dissolvido; temperatura; condutividade elétrica e pH (empregando-se equipamento multissensor Horiba U50).

Análises estatísticas das comunidades de parasitas

A análise dos dados foi conduzida ao nível de infracomunidade e comunidade componente e os descritores ecológicos do parasitismo (prevalência [P], intensidade média de infecção [IMI] e abundância média [AM]) foram calculados de acordo com Bush et al. (1997). A possível variação entre os descritores ecológicos e a sazonalidade (estação seca vs chuvosa) foi comparada por meio do teste-Z para proporções (prevalência) e pelo teste não-paramétrico de Mann–Whitney (*U*) (intensidade média de infecção e abundância média).

O peso do corpo dos hospedeiros foi padronizado, por meio da razão entre o maior valor de peso observado em cada uma das espécies, e o peso individual de cada peixe desta espécie em particular, visando minimizar a influência de *outliers*. O estado de saúde e bem-estar dos peixes foi avaliado por meio do Fator de Condição Relativo (*Kn*), representado pela razão entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um dado comprimento do hospedeiro (ANDRADE-TALMELLI; FENERICH-VERANI; VERANI, 1999).

Para facilitar a interpretação das análises, as áreas de amostragem (originalmente oito), foram sumarizadas em quatro diferentes ambientes, de acordo com sua proximidade e/ou sobreposição, e similaridade física da área (ex.: correnteza, matriz vegetal no entorno,

profundidade, tipo de fundo): Área 1: Montante da PCH Palmeiras (composta pelos pontos 1 e 2); Área 2: Jusante da PCH Palmeiras/ Montante da PCH Anhanguera (inclui os pontos 3, 4 e 5); Área 3: Jusante da PCH Anhanguera/ Montante da PCH Retiro (composta pelos pontos 6 e 7); Área 4: Jusante da PCH Retiro (corresponde ao ponto 8).

A influência das variáveis bióticas e abióticas sobre a abundância de parasitas foi avaliada por meio de Árvores de Regressão Multivariada (*Multivariate Regression Trees - MRT*), empregando-se o programa estatístico *R* (Pacotes *vegan*, *lme4*, *mvpart* e *mvabund*) (DE'ATH, 2002). Árvores de Regressão Multivariada consistem em árvores hierárquicas com subseqüentes divisões dicotômicas do conjunto de dados, baseada em uma variável explanatória que pode ser numérica (como por exemplo: peso e fator de condição relativo) e/ou categórica (como espécie, ano de amostragem e estação). Em cada divisão, os dados são separados em dois grupos, cada qual o mais homogêneo possível, sendo que, a profundidade dos ramos é proporcional ao valor de variância explicada por ele (representado pelo valor em porcentagem abaixo de cada nó) (VIGNON; SASAL, 2010). O método foi usado para construir grupos hierárquicos de observações, a fim de analisar quais fatores podem afetar comunidades de parasitas. Após a construção da árvore principal (árvore global), o mesmo procedimento foi realizado com os ramos mais numerosos, formando-se sub-árvores, para explorar-se as observações dentro de cada sub-grupo.

Neste estudo, as MRTs foram preparadas com o intuito de verificar os efeitos relativos e interações de fatores relacionados às características intrínsecas dos hospedeiros (espécie, peso e fator de condição relativo – Kn), aspectos temporais (estação e ano de amostragem) e ambientais (área de amostragem) sobre a abundância da comunidade de parasitas em diferentes escalas de contexto (escala global, gênero e local). As análises foram conduzidas de acordo com Vignon e Sasal (2010). Foram considerados apenas os hospedeiros com pelo menos uma espécie de parasita, e os *taxa* com prevalência igual ou superior a 5%. Neste caso, correspondendo a 308 peixes, distribuídos em todas as áreas de amostragem (1, 2, 3 e 4), estação (seca e chuvosa) e anos de captura (2012 e 2013). Endoparasitas e ectoparasitas foram analisados sem distinção, para potencializar a análise e fornecer uma visão global das comunidades avaliadas (VIGNON; SASAL, 2010). Foram

considerados como satisfatórios os valores de variância explicada total que atingiram o mínimo de 35,0% (para a árvore global e cada sub-árvore).

A influência relativa dos fatores avaliados (espécie, peso padronizado, fator de condição relativo, estação, área e ano de amostragem) sobre a abundância dos parasitas foi verificada, considerando-se as diferentes escalas (global, gênero e local), para saber qual o fator determinante para a abundância parasitária, nestes diferentes contextos. A escala “global” refere-se a todos os espécimes de peixes coletados pertencentes a família Loricariidae (n=308), independente do gênero, ano ou área de amostragem, e que apresentaram ao menos uma espécie parasita e prevalência igual ou superior a 5%. A escala “gênero” refere-se ao gênero taxonômico dos hospedeiros: *Loricaria* (n=49) e *Hypostomus* (n=259). A escala “local” foi definida após a inspeção dos primeiros resultados da árvore gerada pela análise MRT, e refere-se a todos os espécimes de *Hypostomus* coletados na área de amostragem 1 e a combinação das áreas 2, 3 e 4. Novas árvores foram feitas, considerando apenas as infracomunidades que caracterizam cada escala, obtendo assim, um novo valor de variância explicada (R^2) e erro relativo (RE) para cada grupo. Desta forma, o esquema da árvore representado no presente trabalho deve ser usado para análise visual dos dados, e não deve ser empregado para interpretação dos cálculos de influência relativa dos fatores avaliados, exceto para as escalas “global” e “gênero *Loricaria*”.

Os cálculos de influência relativa foram obtidos a partir da razão entre a soma da variância explicada por um dos fatores (espécie, peso padronizado, fator de condição relativo, estação, área e ano de amostragem), pelo total da variância explicada por cada uma das novas árvores geradas (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Para os fatores que apresentaram maior influência relativa (espécie, área e ano de amostragem), repetiu-se o procedimento, para verificar sua respectiva influência sobre a abundância dos principais grupos de parasitas: Monogenea, Digenea, Nematoda, Hirudinea.

A Análise de Componentes Principais (PCA) com plotagem bidimensional, com 16 amostras definidas pela combinação entre localidade (áreas de amostragem 1, 2, 3 e 4), ano de amostragem dos peixes (2012 e 2013), estação (seca ou chuvosa) e sua relação com parâmetros limnológicos e físicoquímicos das amostras de água foi realizada para avaliar as

possíveis diferenças entre estas amostras e avaliar quais fatores abióticos (ou a combinação deles) podem exercer maior influência sobre esta variação.

As intensidades de infecção e abundância média dos parasitas foram comparadas entre os pontos amostrais pelo método não paramétrico de Kruskal-Wallis (*H*), sendo a diferença entre os grupos determinada pelo método de Student-Newman-Keuls (*SNK*). A comparação entre as prevalências foi feita por meio do Teste-Z para proporções.

A Análise Hierárquica de Agrupamento (*Hierarchical Cluster Analysis*) foi realizada baseada na matriz de similaridade de Bray-Curtis, feita a partir de dados de abundância parasitária e também de dados de abundância dos hospedeiros, ambos transformados a raiz quarta. Dendrogramas foram reproduzidos para comparar a abundância e riqueza tanto de parasitas quanto de hospedeiros, entre as áreas de amostragem.

As árvores obtidas a partir da análise MRT foram editadas no *Corel Draw Suit 6*, respeitando suas configurações originais.

RESULTADOS

Foram registrados 29 *taxa* de parasitas, totalizando 15.957,0 espécimes [$P_{TOTAL}=93,7\%$; $IMI_{TOTAL}=50,9\pm 7,0$ (1,0-1133,0); $AM_{TOTAL}=47,8\pm 6,6$ (0-1133,0)]. Dados sobre a prevalência (*P*), intensidade média de infecção (*IMI*), abundância média (*AM*) e local de infecção das espécies de parasitas estão sumarizadas na Tabela 2. Foi observada uma tendência ao decréscimo na riqueza de parasitas ao longo do gradiente latitudinal a partir da área 1 (24 *taxa*), seguida da área 2 (20 *taxa*), 3 (15 *taxa*) e 4 (14 *taxa*).

Os parasitas encontrados foram identificados como: monogenéticos das famílias Dactylogyridae nas brânquias (nove *taxa*), Gyrodactylidae nas brânquias e pele (três *taxa*) e Microcotylidae na pele (um *taxon*); metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. (Diplostomidae) no humor vítreo e cavidade celomática e metacercárias de digenéticos encistadas nas brânquias, cavidade ocular, serosa do fígado e intestino. Dentre os nematoides foram encontrados *Rhabdochona* sp. (Rhabdochonidae), larvas de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. e adultos de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Camallanidae), larvas de terceiro estágio (L3) de *Contracaecum* sp.

(Anisakidae), além de larvas e adulto de nematoides não identificados (Nematoda gen. spp.). Além dos helmintos, foram encontrados 830,0 hirudíneos da família Glossiphoniidae, presentes na pele, nadadeiras e cavidade bucal de 58,1% do total de hospedeiros analisados, acometendo todas as espécies de loricarídeos [IMI= $4,3 \pm 0,4$ (1,0-39,0); AM= $2,5 \pm 0,3$ (0-39,0)], e *Myxobolus* sp. (Myxozoa) em brânquias de 10,0% dos espécimes de *H. ancistroides*. Este é o primeiro relato de ocorrência de mixozoários do gênero *Myxobolus* parasitando loricarídeos brasileiros. A comunidade componente foi dominada por monogenéticos, sendo uma nova espécie do gênero *Demidospermus* e *D. paranaensis* os taxa com maior abundância e intensidade média de infecção.

Tabela 2. Prevalência (P%), intensidade media de infecção (IMI), abundância media (AM) e local de infecção (órgão) de parasitas de peixes da família Loricariidae coletados em área sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil.

Hospedeiro	P(%)	IMI	AM	Órgão
<i>Hypostomus ancistroides</i>				
Myxozoa				
Myxosporea, Myxobolidae				
<i>Myxobolus</i> sp.	10,0	-	-	Brânquias
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyryus</i> sp. 2*	8,0	1,5±0,3 (1,0-2,0)	0,1±0,06 (0-2,0)	Brânquias
<i>Trinigyryus</i> sp.3*	34,0	5,0±0,9 (1,0-14,0)	1,7±0,5 (0-14,0)	Brânquias
<i>Unilatus unilatus</i>	24,0	1,2±0,1 (1,0-2,0)	0,3±0,1 (0-2,0)	Brânquias
<i>Heteropriapulius</i> sp.*	4,0	1,0	0,04±0,03 (0-1,0)	Brânquias
Monogenea, Gyrodactylidae				
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>	6,0	1,0	0,06±0,03 (0-1,0)	Pele
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
Diplostomidae gen. sp.1 (metacercária)	10,0	1,8±0,8 (1,0-5,0)	0,2±0,1 (0-5,0)	Brânquias
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	12,0	3,2±0,7 (1,0-6,0)	0,4±0,2 (0-6,0)	Humor vítreo
Nematoda				
Secernentea, Anisakidae				
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	4,0	1,0	0,04±0,02 (0-1,0)	Mesentério
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	70,0	2,8±0,3 (1,0-10,0)	1,9±0,3 (0-10,0)	Pele, cavidade oral e nadadeiras
<i>Hypostomus heraldoi</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Unilatus unilatus</i>	40,0	1,7±0,5 (1,0-3,0)	0,7±0,3 (0-3,0)	Brânquias

Tabela 2. Continuação...

Digenea				
Digenea gen. sp.1 (metacercária)	10,0	1,0	0,1±0,1 (0-1,0)	Intestino
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	70,0	8,4±2,4 (2,0-20,0)	5,9±2,1 (0-20,0)	Humor vítreo e cavidade celomática
Nematoda				
Secernentea, Camallanidae				
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) sp. (larva)	10,0	1,0	0,1±0,1 (0-1,0)	Intestino
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>inopinatus</i>	10,0	2,0	0,2±0,2 (0-2,0)	Intestino
Secernentea, Anisakidae				
Nematoda gen. sp.1	20,0	4,0±3,0 (1,0-7,0)	0,8±0,7 (0-7,0)	Mesentério
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	60,0	3,3±1,4 (1,0-9,0)	2,0±0,9 (0-9,0)	Mesentério
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	30,0	1,3±0,3 (1,0-2,0)	0,4±0,2 (0-2,0)	Pele, cavidade oral e nadadeiras
<i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Unilatus unilatus</i>	33,3	1,5±0,3 (1,0-3,0)	0,5±0,2 (0-3,0)	Brânquias
Monogenea, Microcotylidae				
<i>Paranaella luquei</i>	11,1	1,0	0,1±0,1 (0-1,0)	Pele
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	83,3	8,4±1,4 (3,0-24,0)	7,0±1,4 (0-24,0)	Humor vítreo
Nematoda				
Secernentea, Anisakidae				
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	11,1	1,0	0,1±0,1 (0-1,0)	Mesentério

Tabela 2. Continuação...

Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	38,8	2,3±0,6 (1,0-5,0)	0,9±0,4 (0-5,0)	Pele, cavidade oral e nadadeiras
<i>Hypostomus margaritifer</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyryus</i> sp.1*	17,4	3,2±1,3 (1,0-7,0)	0,6±0,3 (0-7,0)	Brânquias
<i>Unilatus unilatus</i>	43,5	6,9±2,2 (1,0-20,0)	3,0±1,2 (0-20,0)	Brânquias
Monogenea, Gyrodactylidae				
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>	21,7	2,0±0,8 (1,0-5,0)	0,4±0,2 (0-5,0)	Pele e brânquias
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	21,7	3,0±2,7 (1,0-6,0)	0,6±0,4 (0-6,0)	Humor vítreo
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	82,6	9,4±2,4 (1,0-39,0)	7,7±2,1 (0-39,0)	Pele, cavidade oral e nadadeiras
<i>Hypostomus regani</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyryus</i> sp.1*	60,0	16,2±3,3 (1,0-73,0)	9,7±2,3 (0-73,0)	Brânquias
<i>Unilatus unilatus</i>	50,0	4,4±0,7 (1,0-13,0)	2,2±0,5 (0-13,0)	Brânquias
Monogenea, Gyrodactylidae				
Gyrodactylidae gen. sp.	2,0	1,0	0,02±0,02 (0-1,0)	Pele
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>	20,0	3,5±0,9 (1,0-9,0)	0,7±0,3 (0-9,0)	Pele
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
Diplostomidae gen. sp. 2 (metacercária)	10,0	1,0	0,1±0,04 (0-1,0)	Fígado (cisto)
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	34,0	2,6±0,6 (1,0-8,0)	0,9±0,2 (0-8,0)	Humor vítreo

Tabela 2. Continuação...

Nematoda				
Secernentea, Anisakidae				
Nematoda gen. sp. 2 (larva)	2,0	1,0	0,02±0,02 (0-1)	Mesentério
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	4,9	1,0	0,05±0,03 (0-1,0)	Mesentério
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	62,0	3,6±0,6 (1,0-17,0)	2,2±0,5 (0-17,0)	Pele
<i>Hypostomus strigaticeps</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyryus</i> sp.1*	64,0	11,6±2,7 (1,0-79,0)	7,4±1,9 (0-79,0)	Brânquias
<i>Unilatus unilatus</i>	18,0	2,8±0,9 (1-9,0)	0,5±0,2 (0-9,0)	Brânquias
<i>Heteropriapulius</i> sp. *	2,0	2,0	0,04±0,04 (0-2,0)	Brânquias
Digenea				
Digenea gen. sp.2 (metacercária)	4,0	1,0	0,04±0,03 (0-1,0)	Mesentério
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	42,0	6,3±1,1 (1,0-15,0)	2,7±0,6 (0-15,0)	Humor vítreo
Nematoda				
Secernentea, Anisakidae				
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	10,0	1,6±0,4 (1,0-3,0)	0,2±0,1 (0-3,0)	Mesentério
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	60,0	5,9±1,4 (1,0-36,0)	3,5±0,9 (0-36,0)	Pele, cavidade oral e nadadeiras
<i>Hypostomus aff. topavae</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyryus</i> sp.5*	52,0	5,5±1,7 (1,0-39,0)	2,9±0,9 (0-39,0)	Brânquias
<i>Unilatus unilatus</i>	6,0	1,7±0,3 (1,0-2,0)	0,1±0,01 (0-2,0)	Brânquias

Tabela 2. Continuação...

Monogenea, Gyrodactylidae				
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>	2,0	1,0	0,02±0,02 (0-1,0)	Pele
Digenea				
Digenea gen. sp.3 (metacercária)	8,0	1,2±0,2 (1,0-2,0)	0,1±0,05 (0-2,0)	Brânquias e órbita ocular
Digenea, Diplostomidae				
Diplostomidae gen. sp.3 (metacercária)	4,0	2,0	0,04±0,04 (0-2,0)	Cristalino (olhos)
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	22,0	2,4±0,6 (1,0-7,0)	0,5±0,2 (0-7,0)	Humor vítreo
Nematoda				
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	6,0	1,3±0,3 (1,0-2,0)	0,1±0,05 (0-2,0)	Mesentério
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	44,0	2,0±0,3 (1,0-7,0)	0,9±0,2 (0-7,0)	Pele, cavidade oral e nadadeiras
<i>Hypostomus topavae</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyrrus</i> sp.4*	40,0	9,7±4,0 (2,0-20,0)	4,3±2,4 (0-20,0)	Brânquias
Monogenea, Gyrodactylidae				
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>	10,0	2,0	0,2±0,2 (0-2,0)	Pele
<i>Phanerothecium spinulatum</i>	30,0	2,0±1,0 (1,0-4,0)	0,6±0,4 (0-4,0)	Pele e brânquias
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	20,0	3,0±2,0 (1,0-5,0)	0,6±0,5 (0-5,0)	Humor vítreo
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	50,0	1,6±0,6 (1,0-4,0)	0,8±0,4 (0-4,0)	Pele
<i>Hypostomus</i> sp.**				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Trinigyrrus</i> sp.1*	13,0	3,7±2,2 (1,0-8,0)	0,5±0,3 (0-8,0)	Brânquias

Tabela 2. Continuação...

<i>Unilatus unilatus</i>	4,3	1,0	0,04±0,04 (0-1,0)	Brânquias
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	73,9	13,3±2,6 (1,0-41,0)	9,8±2,3 (0-41,0)	Humor vítreo
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	56,5	4,11±1,8 (1,0-24,0)	2,3 ±5,3 (0-24,0)	Pele
<i>Loricaria prolixa</i>				
Monogenea				
Monogenea, Dactylogyridae				
<i>Demidospermus paranaensis</i>	98,0	169,4±19,3 (16,0-732,0)	166,0±19,2 (0-732,0)	Brânquias
<i>Demidospermus</i> sp.*	98,0	92,5±10,5 (9,0-400,0)	90,7±10,5 (0-400,0)	Brânquias
Digenea				
Digenea, Diplostomidae				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	44,0	3,7±0,7 (1,0-10,0)	1,6±0,4 (0-10,0)	Humor vítreo
Nematoda				
Nematoda gen. sp.3 (fêmea vivípara)	2,0	1,0	0,02±0,02 (0-1,0)	Intestino
Secernentea, Anisakidae				
<i>Contracaecum</i> sp. (larva L3)	6,0	2,0±1,0 (1,0-4,0)	0,1±0,1 (0-4,0)	Mesentério
Secernentea, Camallanidae				
<i>Procamallanus (Spirocamallanus)</i> (larva)	2,0	1,0	0,02±0,02 (0-1,0)	Intestino
Secernentea, Rhabdochonidae				
<i>Rhabdochona</i> sp.	2,0	10,0	0,2±0,2 (0-10,0)	Intestino
Annelida				
Hirudinea, Glossiphoniidae				
Glossiphoniidae gen. sp.	58,0	4,9±0,9 (1,0-22,0)	2,8±0,6 (0-22,0)	Pele

Novas espécies de monogenéticos (*) e de hospedeiro do gênero *Hypostomus* (**) em fase de descrição taxonômica. Valores de IMI e AM representados pela média ± erro padrão (mínimo – máximo).

A ordenação da PCA definida pela localidade, ano, estação e sua relação com parâmetros limnológicos (Tabelas 3 e 4; Figuras 2 e 3) e pluviométricos (Figura 4) está representada na Figura 5. O padrão notório observado foi a separação entre as amostras de acordo com a estação (chuvosa vs. seca). No entanto, não foi observada diferença estatística entre a prevalência, intensidade média de infecção e abundância média dos parasitas entre as estações, quando considerados todos os parasitas, independente do grupo zoológico, área e ano de amostragem. Quando considerados os grupos zoológicos (Monogenea, Digenea, Nematoda e Hirudinea), apenas hirudíneos apresentaram diferença estatística quanto a prevalência [$P_{chuv}=68,8\%$; $P_{seco}=50,0\%$; ($Z=2,5$; $P=0,01$)] e abundância média de infecção [$AM_{chuv}= 3,3\pm 0,5$ (0-39); $AM_{seco}= 1,9\pm 0,3$ (0-36); $U=27265,0$; $P\leq 0,001$], ambas maiores no período chuvoso.

A Árvore de Regressão Multivariada (Figura 6), mostra a importância relativa e as interações entre os principais fatores (variáveis explanatórias) em diferentes escalas de contexto (global, gênero e local). Dentre os seis fatores avaliados (espécie, peso padronizado, fator de condição relativo, estação, área e ano de amostragem), a espécie hospedeira e a área de amostragem foram os mais explicativos na maioria das escalas, de acordo com os valores de variância explicada (R^2), dado em porcentagem, representado abaixo de cada nó.

As sub-árvores (b), (c) e (e) apresentaram baixo valor de variância explicada ($R^2<35,0\%$). Na sub-árvore (d), a variância entre os grupos resultantes da divisão em função do ano de amostragem, possivelmente deve-se a diferenças na abundância dos hospedeiros coletados nestes anos [Ano A (2012)= 44; Ano B (2013)= 22], uma vez que não foi observada diferença estatística entre a prevalência e intensidade média de infecção dos grupos. Os demais ramos representados no esquema da árvore apresentaram baixo valor de variância explicada, ou grupos com números de espécimes relativamente baixo para qualquer comparação.

A influência relativa das variáveis explanatórias avaliadas, sobre a abundância parasitária está apresentada na Figura 7. Fatores intrínsecos relacionados a espécie hospedeira foram os responsáveis pela maior parte da variância explicada nas infracomunidades, em diferentes escalas (global, gênero “*Hypostomus*” e local – Figura 7),

seguida pela área de amostragem, que explicou 8,5% do total da variância na árvore global (ramo que engloba as espécies de *Hypostomus* - ver Figura 6a).

Sobre a influência relativa em escala global ($n= 308$ loricarídeos), as diferenças entre as espécies hospedeiras foram responsáveis pela maior parte da variação na abundância dos parasitas, correspondendo a 76,6% do total da variância explicada pela árvore global ($R^2= 44,7\%$ - ver Figura 6a), seguido pela área de amostragem (19,0%) e o ano de amostragem (4,4%). Diferenças entre as espécies hospedeiras também foram os principais responsáveis pela variação na escala “gênero *Hypostomus*” ($n=259$), correspondendo a 53,8% da variação, seguido pela área (32,3%), ano (10,8%) e estação (3,1%) de amostragem. Já na escala “gênero *Loricaria*” ($n=49$), a estação (11,2%) e o tamanho do corpo representado pelo peso padronizado (14,5%) foram os principais fatores responsáveis pela variação. Entretanto, a variância total explicada desta sub-árvore foi relativamente baixa ($R^2=25,8\%$ - sub-árvore b).

A espécie hospedeira foi o único fator determinante na escala “Local – área 1” ($n=86$), explicando o total de variância neste ramo da árvore global (sem considerar as sub-árvores). Enquanto que, na escala “Local – áreas 2, 3 e 4” ($n=173$), a espécie hospedeira (63,1%) seguida do ano de amostragem (18,3%), apresentaram maior influência relativa, contribuindo juntas, com 81,4% do total de variância explicada neste ramo.

Considerando-se a influência relativa dos determinantes “espécie hospedeira”, “área” e “ano de amostragem”, sobre a abundância dos grupos de parasitas (Monogenea, Digenea, Nematoda e Hirudinea), as diferenças intrínsecas entre as espécies hospedeiras exerceram maior influência sobre a abundância de monogenéticos e hirudíneos, enquanto que a área de amostragem, influenciou, sobretudo, a ocorrência de digenéticos, que apresentaram maior abundância relativa na área 1 (Tabela 5). A influência relativa exercida pelo ano de amostragem dos hospedeiros foi a mesma para todos os grupos de parasita (Figura 8).

Foram observadas diferenças entre a prevalência ($Z_{1,3}=2,2$; $P=0,03$; $Z_{3,4}=2,9$; $P=0,04$); IMI e AM dos parasitas, entre áreas avaliadas [Kruskal-Wallis (H)= 9,1; $P= 0,03$; Teste SNK: $IMI_{1,2}=30,5$; $P=0,01$; $IMI_{2,3}= 38,3$; $P=0,01$]; [$H=12,4$; $P= 0,006$; Teste SNK: $AM_{2,3}=47,3$; $P=0,002$; $AM_{3,4}=53,6$; $P=0,001$] (Tabela 5). O dendrograma baseado na matriz de abundância dos parasitas (Figura 9), mostrou maior similaridade entre as áreas 1

e 3 (61,1%), e entre 2 e 4 (82,9%), principalmente, devido aos valores de IMI, AM (Tabela 6) e abundância relativa dos parasitas entre as áreas avaliadas (Tabela 5).

Embora tenha sido observada alta similaridade entre todas as áreas de coleta (68,5%) quando considerada a matriz de abundância dos hospedeiros, a área 1 mostrou-se diferente das demais (Figura 10; Tabela 7).

Tabela 3. Parâmetros limnológicos e físico-químicos de amostras de água obtidas nas áreas de amostragem (1-4) compreendidas entre os reservatórios de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Palmeiras, Anhanguera e Retiro) no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil, durante a estação chuvosa (março e dezembro) e seca (junho e setembro) de 2012.

Parâmetros*									
		Transp (m)	Temp (°C)	pH	O ₂ D (mg,L ⁻¹)	Cond. El (µS,cm ⁻¹)	FósT (mg,L ⁻¹)	Amo (mg,L ⁻¹)	Clor- a (mg,L ⁻¹)
Área 1 [†]	Mar	0,4±0,07 (0,4-0,5)	23,8±0,1 (23,7-23,9)	6,7±0,5 (6,3-7,0)	9,1±0,2 (8,9-9,3)	48,5±14,8 (38,0-59,0)	0,1±0,02 (0,08-0,1)	0,2±0,01 (0,2-0,3)	1,1±0,07 (1,1-1,2)
	Jun	0,5±0,03 (0,4-0,5)	18,1±0,1 (23,7-23,9)	6,7±0,1 (6,6-6,8)	8,4±0,7 (7,8-8,9)	56,0±1,4 (55,0-57,0)	0,2±0,2 (0,04-0,4)	0,3±0,02 (0,3-0,3)	0,3±0,1 (0,2-0,4)
	Set	1,6±0,07 (1,6-1,7)	22,0±0,9 (21,3-22,5)	6,4±0,1 (6,3-6,4)	6,4±0,1 (6,3-6,4)	94,0±4,2 (91,0-97,0)	0,1±0,01 (0,09-0,1)	0,3±0,1 (0,2-0,4)	0,5±0,1 (0,4-0,6)
	Dez	0,3±0,07 (0,3-0,4)	25,4±0,2 (25,3-25,5)	7,6±0,04 (7,5-7,6)	7,6±0,04 (7,5-7,6)	75,5±3,5 (73,0-78,0)	0,1±0,05 (0,1-0,2)	0,4	0,7±0,2 (0,6-0,9)
Área 2 [†]	Mar	0,7±0,2 (0,5-0,8)	27,4±2,1 (25,0-29,1)	6,9±0,2 (6,6-7,0)	7,8±1,6 (6,0-8,9)	58,0±4,6 (53,0-62,0)	0,04±0,01 (0,03-0,05)	0,1±0,07 (0,1-0,2)	3,7±0,6 (3,1-4,4)
	Jun	0,6±0,05 (0,5-0,6)	20,1±0,2 (19,9-20,4)	6,6±0,3 (6,3-6,9)	7,7±0,4 (7,3-8,1)	46,0±2,0 (44,0-48,0)	0,2±0,2 (0,03-0,4)	0,2±0,03 (0,1-0,2)	0,3±0,2 (0,1-0,5)
	Set	1,4	20,4	5,9	8,7	93,0	0,1	0,3	-
	Dez	1,0	27,5±0,5 (26,9-27,9)	6,3±0,6 (5,7-6,9)	6,1±0,4 (5,8-6,5)	73,0±2,6 (70,0-75,0)	0,03±0,01 (0,02-0,05)	0,3±0,1 (0,2-0,4)	1,0±0,4 (0,5-1,3)
Área 3 [†]	Mar	0,9±0,3 (0,7-1,2)	25,1±1,3 (24,2-26,1)	6,7±0,5 (6,3-7,0)	7,5±0,2 (7,4-7,7)	56,5±7,8 (51,0-62,0)	0,04±0,01 (0,03-0,05)	0,2±0,2 (0,1-0,3)	1,9±1,6 (0,7-3,0)
	Jun	0,4	21,7	5,6	6,8	43,0	0,1	0,1	0,4
	Set	2,0	21,8	6,6	6,0	91,0	0,1	0,2	0,5

Tabela 3. Continuação...

		Parâmetros*							
		Transp (m)	Temp (°C)	pH	O ₂ D (mg,L ⁻¹)	Cond. El (µS,cm ⁻¹)	Fósft (mg,L ⁻¹)	Amo (mg,L ⁻¹)	Clor- a (mg,L ⁻¹)
Área 3 [†]	Dez	1,0	26,5	7,6	5,8±0,07 (5,8-5,9)	74,0	0,1	0,2	1,7
	Mar	1,0	24,8	6,6	7,0	50,0	0,1	0	1,1
Área 4 [‡]	Jun	0,3	21,0	6,0	6,6	44,0	0,2	0,1	0,2
	Set	1,5	20,8	6,8	6,7	91,0	0,3	0,5	0,5
	Dez	0,6	27,6	7,5	6,9	71,0	0,1	0,1	1,9

*Parâmetros limnológicos: Transparência (Transp); Temperatura (Temp); pH; Oxigênio Dissolvido (O₂D); Condutividade Elétrica (Cond.El); Fósforo total (Fósft); Amônia (Amo) e Clorofila-*a* (Clor-*a*). **A pluviosidade média (mm³) para todas as localidades no ano de 2012 foi: março: 197,6 (0,2-48,8); junho: 96,2 (0,8-44,6); setembro: 85,9 (0,2-40,1); dezembro: 258,0 (0,3-46,9). [†]Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 1 e 2); [‡]Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 3, 4 e 5); [†]Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 6 e 7); [‡]Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro (correspondente a área de amostragem 8 – ver Figura 1).

Tabela 4. Parâmetros limnológicos e físico-químicos de amostras de água obtidas nas áreas de amostragem (1-4) compreendidas entre os reservatórios de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Palmeiras, Anhanguera e Retiro) no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil, durante a estação chuvosa (março e dezembro) e seca (junho e setembro) de 2013.

Parâmetros*									
		Transp (m)	Temp (°C)	pH	O ₂ D (mg,L ⁻¹)	Cond. El (µS,cm ⁻¹)	FósT (mg,L ⁻¹)	Amo (mg,L ⁻¹)	Clor- a (mg,L ⁻¹)
Área 1 ⁺	Mar	0,2 ± 0,04 (0,2-0,2)	22,7	7,1	8,8 ± 0,5 (8,5-9,2)	46,0	0,3 ± 0,2 (0,1-0,4)	<0,1	6,8 ± 1,4 (5,8-7,8)
	Jun	0,3	18,7	6,8	9,9 ± 1,9 (8,5-11,6)	53,0 ± 1,4 (52,0-54,0)	0,2	0,1 ± 0,07 (0,1-0,2)	1,3 ± 0,07 (1,3-1,4)
	Set	1,2	20,5 ± 0,9 (19,8-21,2)	7,6	7,9 ± 0,4 (7,6-8,2)	91,5 ± 0,7 (91,0-92,0)	0,06	0,2 ± 0,07 (0,2-0,3)	1,4 ± 0,07 (1,4-1,5)
	Dez	0,4 ± 0,04 (0,3-0,4)	24,1	6,1	8,1 ± 0,4 (7,8-8,4)	64,0	0,1 ± 0,02 (0,09-0,1)	<0,1	2,2 ± 0,6 (1,8-2,7)
Área 2 ⁺	Mar	0,8 ± 0,3 (0,4-1,0)	26,3 ± 2,7 (23,1-27,9)	6,6 ± 0,4 (6,2-6,9)	6,3 ± 0,3 (5,9-6,5)	66,3 ± 10,0 (55,0-74,0)	0,07 ± 0,05 (0,03-0,1)	0,2 ± 0,1 (0,1-0,4)	1,1 ± 0,2 (1,0-1,3)
	Jun	0,6 ± 0,2 (0,5-0,8)	19,3 ± 0,4 (19-19,8)	6,8 ± 0,05 (6,8-6,9)	6,9 ± 0,5 (6,4-7,4)	59,7 ± 2,5 (57,0-62,0)	0,3 ± 0,4 (0,03-0,76)	0,6 ± 0,4 (0,1-1,0)	2,6 ± 1,1 (1,8-3,8)
	Set	1,8 ± 0,07 (1,7-1,8)	23,2 ± 0,9 (22,2-24,1)	6,9 ± 0,4 (6,7-7,4)	8,5 ± 0,9 (7,6-9,5)	87,7 ± 1,5 (86,0-89,0)	0,1 ± 0,03 (0,08-0,14)	0,1 ± 0,06 (0,1-0,2)	5,6 ± 3,3 (1,8-7,6)
	Dez	0,6 ± 0,1 (0,5-0,8)	26,3 ± 2,3 (23,1-27,9)	5,9 ± 0,3 (5,6-6,2)	6,59 ± 0,68 (6,1-7,4)	72,0 ± 8,54 (64,0-81,0)	0,1 ± 0,06 (0,05-0,17)	0,2 ± 0,1 (0,1-0,3)	2,7 ± 1,2 (1,9-4,1)
Área 3 ⁺	Mar	0,7 ± 0,5 (0,3-1)	25,1 ± 1,9 (23,7-26,5)	7,2 ± 0,5 (6,8-7,5)	5,7 ± 0,3 (5,5-5,9)	73,0 ± 15,6 (52,0-74,0)	0,1 ± 0,05 (0,06-0,1)	0,1 ± 0,07 (0,1-0,2)	1,6 ± 0,2 (1,5-1,8)
	Jun	0,7	19,7	7,0	6,6	59,0	0,02	0,5	2,7 ± 0,1 (2,6-2,8)
	Set	1,9	22,0	7,1	10,5	88,0	0,05	0,2	3,0

Tabela 4. Continuação...

Parâmetros*									
		Transp (m)	Temp (°C)	pH	O ₂ D (mg,L ⁻¹)	Cond. El (µS,cm ⁻¹)	Fósft (mg,L ⁻¹)	Amo (mg,L ⁻¹)	Clor- a (mg,L ⁻¹)
Área 3 [†]	Dez	0,6 ± 0,1 (0,5-0,7)	25,4 ± 0,5 (25,0-25,7)	6,3 ± 0,5 (5,9-6,7)	5,7 ± 0,2 (5,6-5,8)	67,5 ± 0,7 (67,0-68,0)	0,1 ± 0,04 (0,09-0,1)	0,1	3,6 ± 3,2 (1,3-5,9)
	Mar	0,4	23,6	7,0	6,8	52,0	0,1	< 0,1	1,8
Área 4 [‡]	Jun	0,7	20,3	6,9	7,2	60,0	0,04	0,2	2,7
	Set	1,5	21,3	7,3	10,2	90,0	0,09	0,1	6,0
	Dez	0,8	26,3	6,9	5,7	67,0	0,2	< 0,1	1,9

*Parâmetros limnológicos: Transparência (Transp); Temperatura (Temp); pH; Oxigênio Dissolvido (O₂D); Condutividade Elétrica (Cond.El); Fósforo total (Fósft); Amônia (Amo) e Clorofila-a (Clor-a). **A pluviosidade média (mm³) para todas as localidades no ano de 2012 foi: março: 176,8 (0,2-52,7); junho: 98,5 (0,5-46,8); setembro: 24,8 (1,2-9,6); dezembro: 126,9 (0,1-18,7). [†]Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 1 e 2); [‡]Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 3, 4 e 5); [†]Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 6 e 7); [‡]Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro (correspondente a área de amostragem 8 – ver Figura 1).

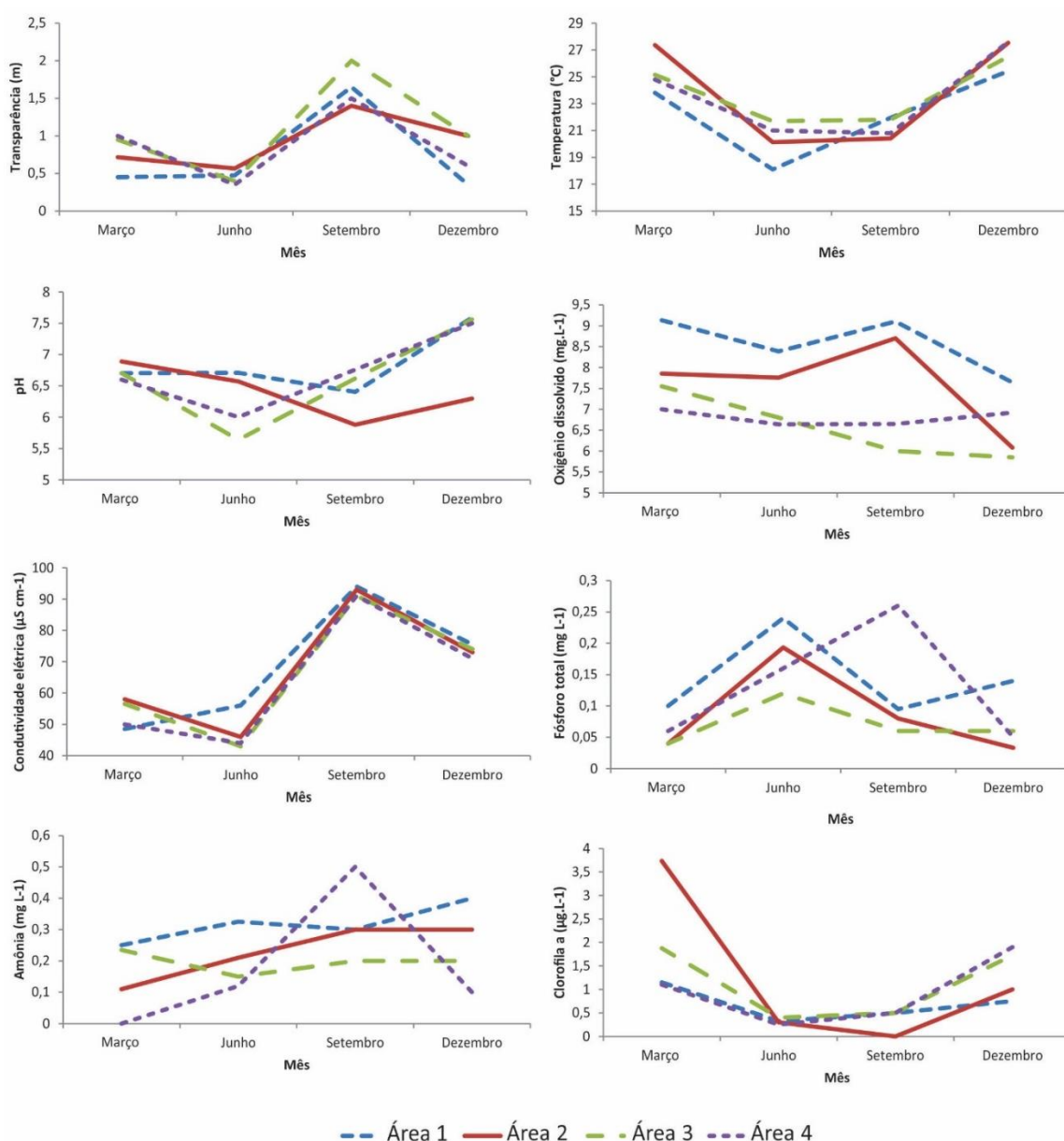


Figura 2. Variação dos parâmetros limnológicos e físico-químicos da água mensurados *in situ* em áreas sob a influência de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Palmeiras, Anhanguera e Retiro) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil, durante os meses de março, junho, setembro e dezembro de 2012. Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 1 e 2); Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 3, 4 e 5); Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 6 e 7); Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro (correspondente a área de amostragem 8 – ver Figura 1).

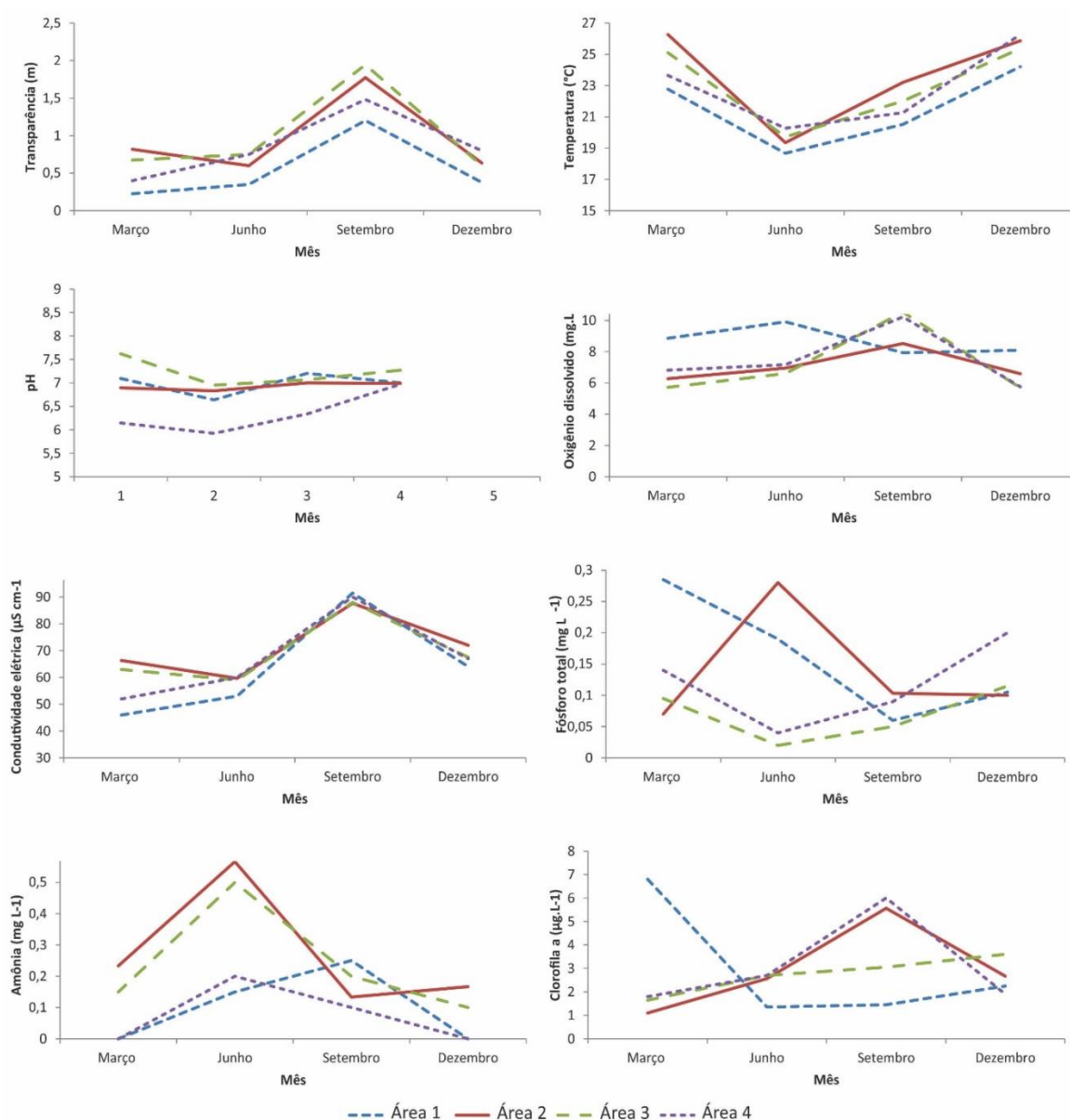


Figura 3. Variação dos parâmetros limnológicos e físico-químicos da água mensurados *in situ* em áreas sob a influência de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Palmeiras, Anhanguera e Retiro) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil, durante os meses de março, junho, setembro e dezembro de 2013. Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 1 e 2); Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 3, 4 e 5); Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera (média dos valores obtidos nas áreas de amostragem 6 e 7); Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro (correspondente a área de amostragem 8 – ver Figura 1).

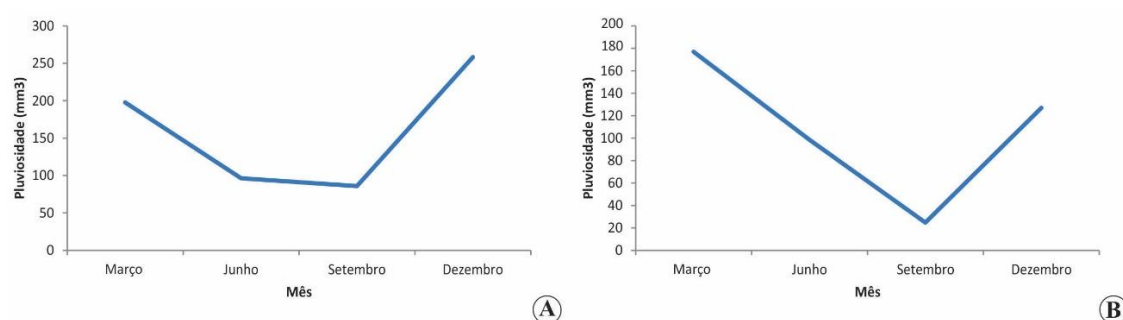


Figura 4. Variação da pluviosidade mensurada em área sob a influência de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Palmeiras, Anhanguera e Retiro) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil, durante os meses de março, junho, setembro e dezembro de 2012 (A) e 2013 (B).

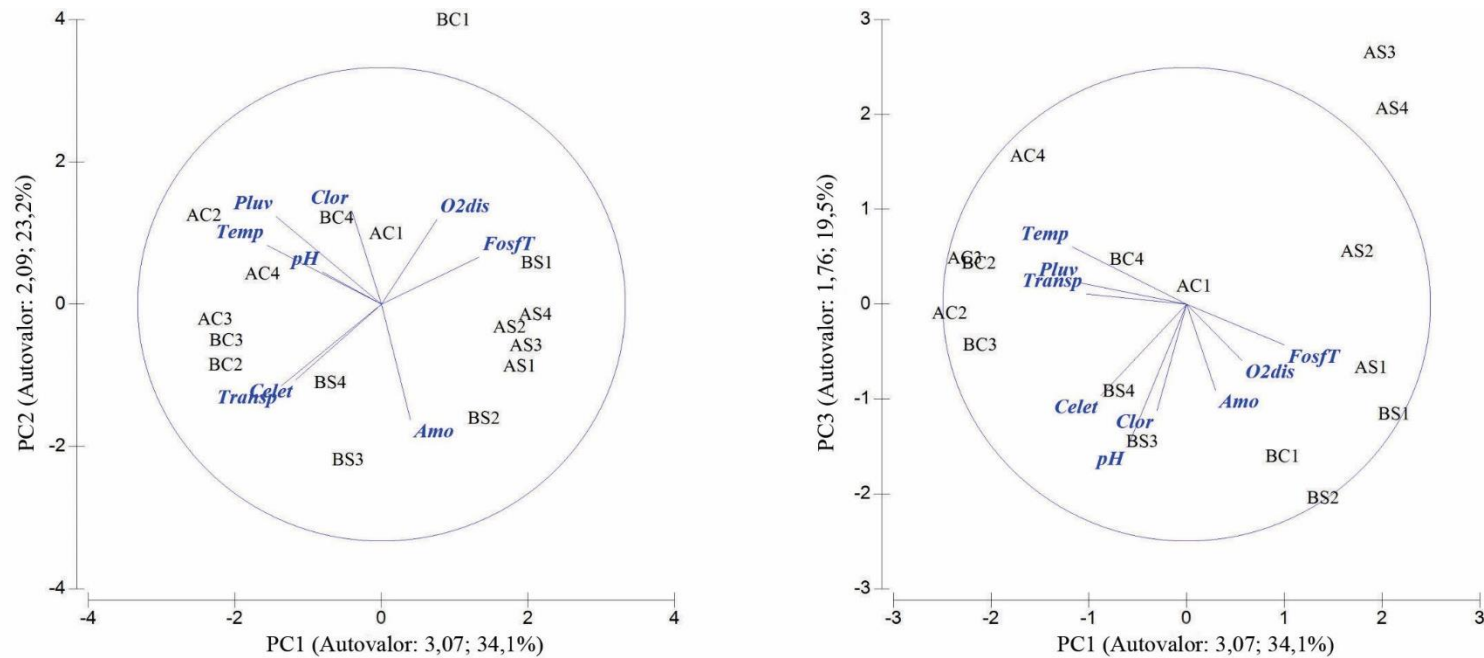


Figura 5. Análise de Componentes Principais (PCA) com plotagem bidimensional (PC1 vs PC2; PC1 vs PC3), com 16 amostras definidas pela combinação entre localidade (áreas de amostragem 1, 2, 3 ou 4), ano de amostragem dos peixes (A: 2012; B: 2013), estação (S: seca; C: chuvosa) e sua relação com parâmetros limnológicos e físicoquímicos das amostras de água obtidas em áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil. Abreviaturas: AS1= 2012, estação seca, área 1; AC1= 2012, estação chuvosa, área 1; BS1= 2013, estação seca, área 1; BC1= 2013, estação chuvosa, área 1; AS2= 2012, estação seca, área 2; AC2= 2012, estação chuvosa, área 2; BS2= 2013, estação seca, área 2; BC2= 2013, estação chuvosa, área 2; AS3=2012, estação seca, área 3; AC3=2012, estação chuvosa, área 3; BS3= 2013, estação seca, área 3; BC3= 2013, estação chuvoso, área 3; AS4= 2012, estação seca, área 4; AC4= 2012, estação chuvosa, área 4; BS4= 2013, estação seca, área 4; BC4= 2013, estação chuvosa, área 4; Transp = Transparência; Temp = Temperatura; O₂D = Oxigênio dissolvido; C. elet = Condutividade elétrica; FosfT = Fósforo Total; Amo = Amônia; Clor = Clorofila-a; Pluv = Pluviosidade. [(Interpretação - PC1: Transp; Temp; C.elet; FosfT; Pluv); (PC2: Transp; O₂D; Amo; Clor; Pluv); (PC3: pH; C.elet; Clor)].

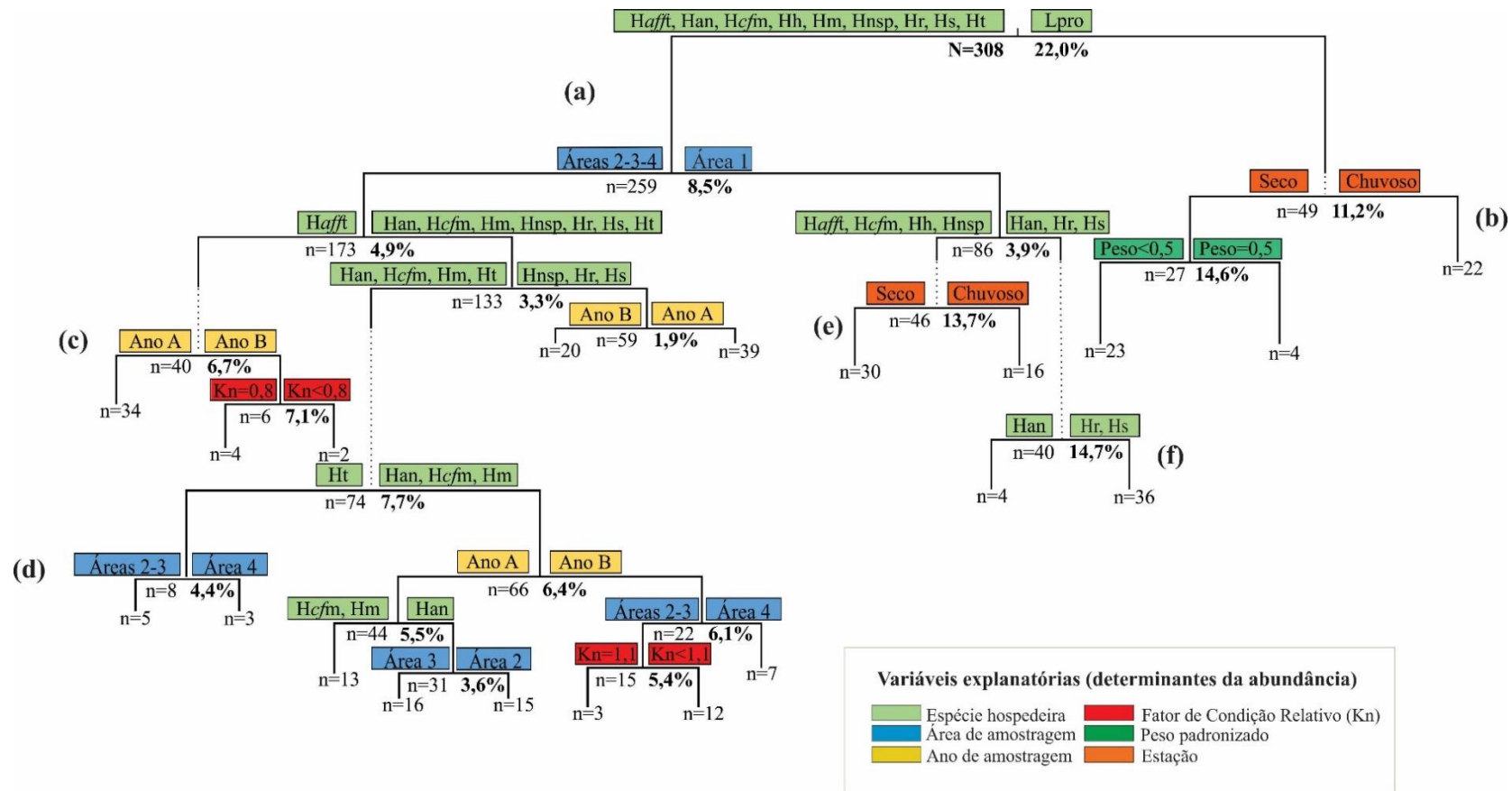


Figura 6. Árvore de Regressão Multivariada obtida por meio de seis fatores (legenda) como variáveis explanatórias para a abundância de parasitas loricarídeos coletados em área sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, Brasil. Árvore principal (a); Sub-árvores (b-g, ligadas pelas linhas pontilhadas). O tamanho (n) e o valor da variância explicada (%) estão representados abaixo de cada nó terminal. **(a)** Erro relativo (RE) = 0,5; Variância explicada (R^2) = 44,7%; **(b)** RE=0,7; R^2 =25,8%; **(c)** RE=0,8; R^2 =13,9%; **(d)** RE=0,6; R^2 =39,2%; **(e)** RE=0,8; R^2 =14,0%; **(f)** RE=0,8; R^2 =15,0%. (Lpro: *Loricaria prolixa*; Hr: *Hypostomus regaini*; Han: *Hypostomus ancistroides*; Hs: *Hypostomus strigaticeps*; Hh: *Hypostomus heraldoi*; Hm: *Hypostomus margaritifer*; Hcfm: *Hypostomus cf. margaritifer*; Ht: *Hypostomus topavae*, Hafft: *Hypostomus aff. topavae*; Hnsp: nova espécie do gênero *Hypostomus*).

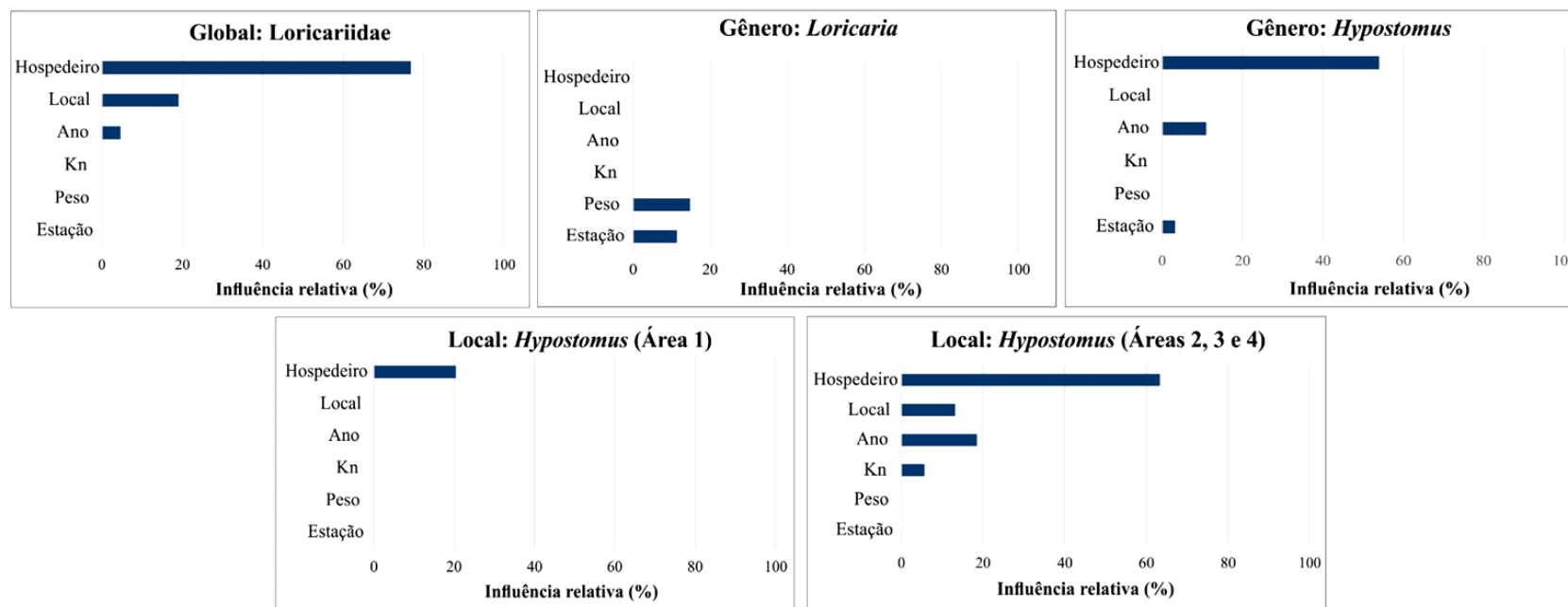


Figura 7. Influência relativa de fatores ambientais (áreas de amostragem), fatores intrínsecos ao hospedeiro (espécie, peso padronizado e fator de condição relativo - Kn), e temporais (estação e ano de amostragem) sobre a abundância de parasitas de peixes da família Loricariidae coletados em área sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil.

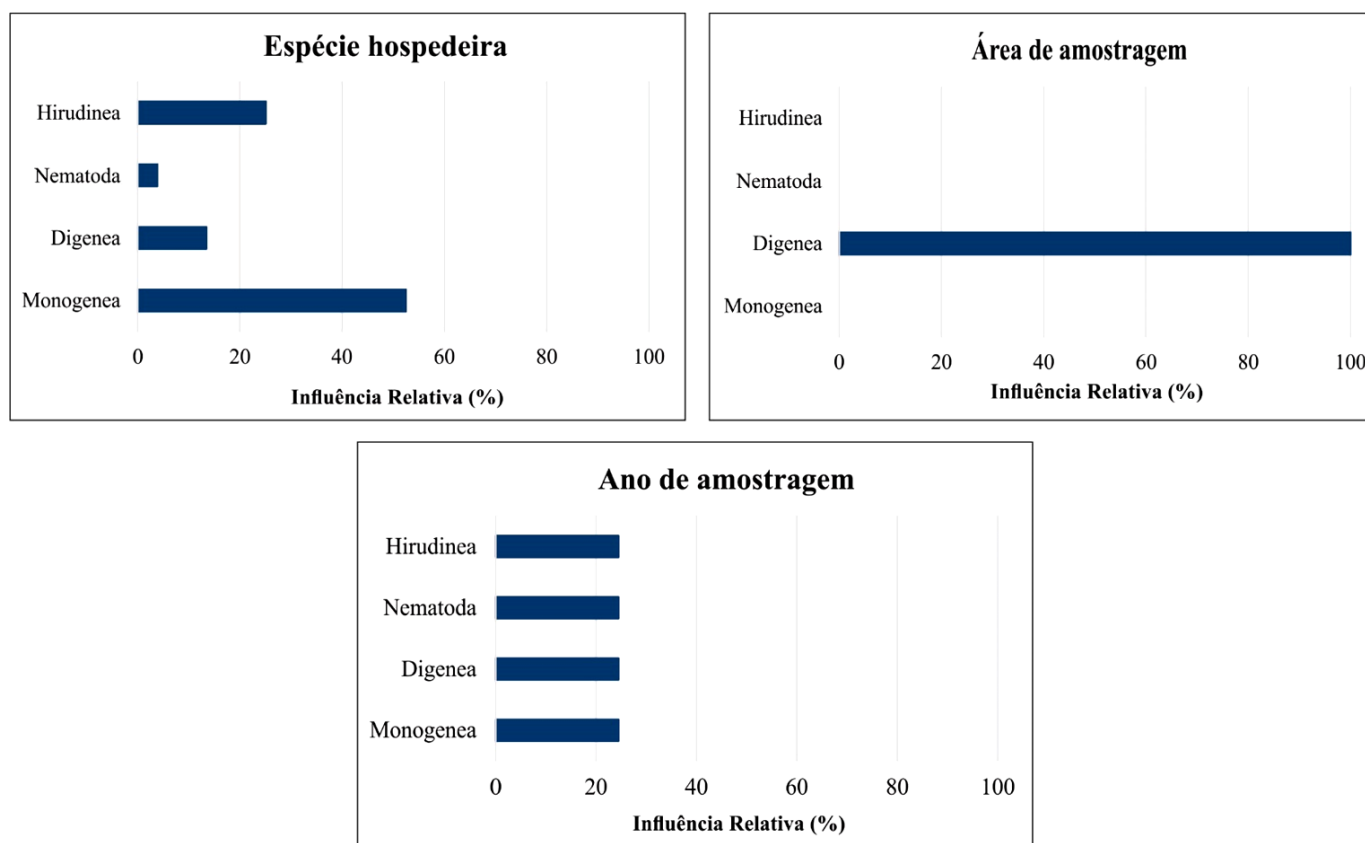


Figura 8. Influência relativa dos principais fatores determinantes (espécie hospedeira, área e ano de amostragem) sobre a abundância dos quatro *taxa* de parasitas (Monogenea, Digenea, Nematoda e Hirudinea) parasitas de peixes da família Loricariidae coletados em área sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil.

Tabela 5: Total de parasitas coletados e abundância relativa (%) de parasitas de acordo com o grupo zoológico (Monogenea, Digenea, Nematoda e Hirudinea), coletados de peixes da família Loricariidae (n=334) procedentes de áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil.

Grupo Zoológico	Abundância relativa (%)			
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
Monogenea	30,1	95,6	72,8	94,1
Digenea	53,7	1,7	4,5	0,2
Nematoda	4,1	0,1	1,6	0,02
Hirudinea	14,9	2,6	21,1	5,7
Total de parasitas/área	1053	8579	801	5524

Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras [Total de peixes analisados (T) = 96] T; Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera (T=108); Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera (T=56); Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro (T=74).

Tabela 6: Prevalência (P), intensidade média de infecção (IMI) e abundância média (AM) do total de parasitas, independente do grupo zoológico, coletados de peixes da família Loricariidae procedentes de áreas sob a influência da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. Valores de IMI e AM expressos em média $\pm$ erro padrão (mínimo – máximo).

Local de coleta*	N**	P (%)	IMI	AM
Área 1	96	92,7 ^a	15,1 $\pm$ 1,6 (1,0-70,0) ^e	14,0 $\pm$ 1,5 (0-70,0)
Área 2	108	87,9	176,1 $\pm$ 31,2 (1,0-1279,0) ^{e,f}	154,9 $\pm$ 28,0 (0-1279,0) ^c
Área 3	56	78,6 ^{a, b}	30,3 $\pm$ 8,4 (1,0-261,0) ^f	23,8 $\pm$ 6,8 (0-261,0) ^{c,d}
Área 4	74	95,9 ^b	150,3 $\pm$ 42,1 (1,0-2265,0)	144,2 $\pm$ 40,5 (0-2265,0) ^d
Total	334			

*Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras; Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera; Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera; Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro. **Total de hospedeiros analisados em cada área amostral; a, b, c, d, e, f: Diferença estatística significativa ($p < 0,05$)

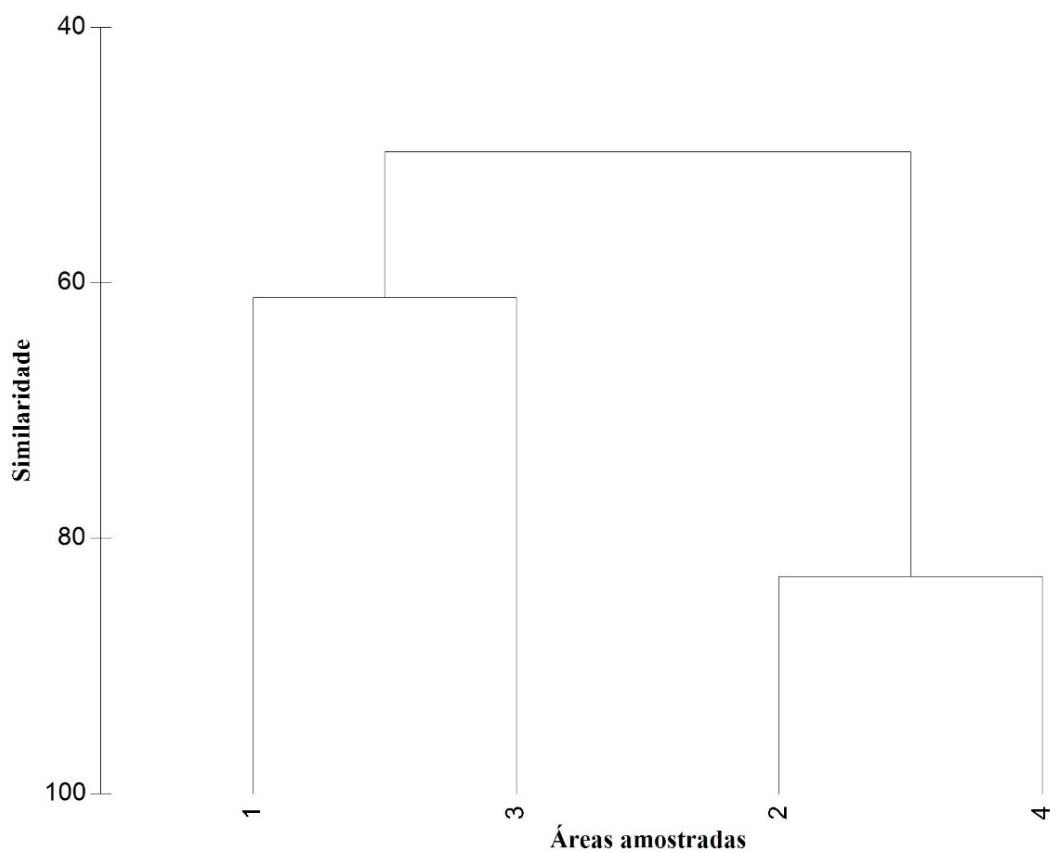


Figura 9. Análise Hierárquica de Cluster baseada nos dados de similaridade de Bray-Curtis de dados de abundância dos parasitas observados em peixes da família Loricariidae (n=308), transformados em raiz quarta. Os peixes foram coletados nas áreas de amostragem 1, 2, e 3 e 4, entre três Pequenas Centrais Hidrelétricas situadas no rio Sapucaí-Mirim, Brasil. Nível de Similaridade (N.S) entre a abundância de parasitas encontrados nas áreas avaliadas: $N.S_{1,3}=61,1\%$; $N.S_{2,4}=82,9\%$.

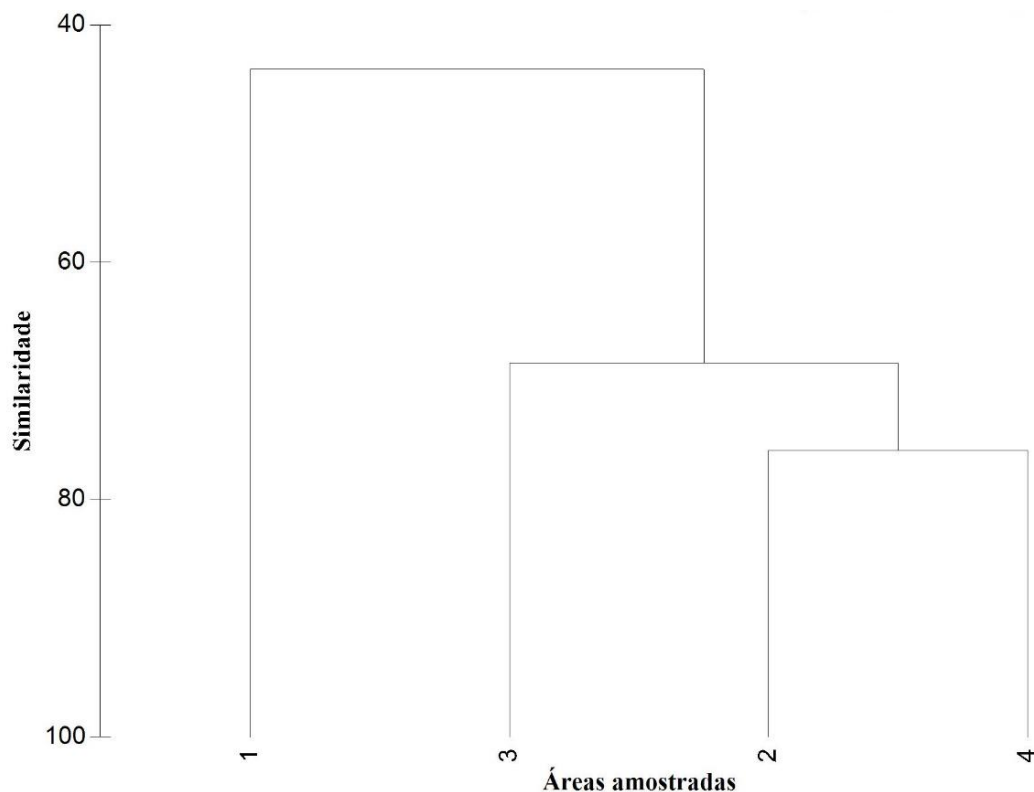


Figura 10. Análise Hierárquica de Cluster baseada nos dados de similaridade de Bray-Curtis de dados de abundância dos hospedeiros da família Loricariidae (n=308), transformados em raíz quarta. Os peixes foram coletados nas áreas de amostragem 1, 2, e 3 e 4, entre três Pequenas Centrais Hidrelétricas situadas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil. Nível de Similaridade de 68,5% entre a abundância de hospedeiros coletados nas áreas avaliadas.

Tabela 7. Abundância de peixes da família Loricariidae coletados nos reservatórios de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (Palmeiras, Anhanguera e Retiro) situadas no rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil.

Áreas*	Espécies de Loricariidae									
	<i>Hypostomus ancistroides</i>	<i>Hypostomus regani</i>	<i>Hypostomus strigaticeps</i>	<i>Hypostomus topavae</i>	<i>Hypostomus margaritifer</i>	<i>Hypostomus heraldoi</i>	<i>Hypostomus</i> sp.**	<i>Hypostomus</i> cf. <i>margaritifer</i>	<i>Hypostomus</i> aff. <i>topavae</i>	<i>Loricaria prolixa</i>
1	5	16	24	0	0	10	21	15	4	1
2	28	15	6	5	11	0	0	0	14	29
3	17	4	1	2	4	0	1	0	21	6
4	0	15	19	3	8	0	1	3	11	14

*Área 1: montante da barragem da PCH Palmeiras; Área 2: montante da barragem da PCH Anhanguera; Área 3: jusante da barragem da PCH Anhanguera; Área 4: jusante da barragem da PCH Retiro. **Nova espécie do gênero *Hypostomus*, ainda em fase de descrição taxonômica.

DISCUSSÃO

Parasitas podem indicar muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, incluindo a dieta, migração, recrutamento e filogenia, podendo, inclusive, ser utilizados como indicadores diretos da qualidade ambiental (GALLI et al., 2001). Fatores bióticos intrínsecos ao hospedeiro (nutrição, suscetibilidade, rusticidade e sanidade) e variáveis abióticas (concentração de oxigênio, salinidade, pluviosidade, transparência e temperatura, entre outras), são cruciais e podem determinar a dinâmica de ciclos biológicos de parasitas, garantindo ou não seu desenvolvimento e distribuição no local em questão (CECCARELLI et al., 2007), refletindo diretamente nas taxas de infecção.

No entanto, com relação à análise limnológica realizada no período de amostragem, não foi observado um padrão claro de caracterização para as áreas e período de coleta, exceto pela pluviosidade, que foi menor entre os meses de abril e setembro, coincidindo com o período de estiagem. De acordo com a PCA (Figura 5), a temperatura e precipitação podem ser os principais fatores explicativos das diferenças entre as amostras, sendo positivamente relacionados com a estação chuvosa, apresentando valores mais elevados neste período. Durante a estação seca, o menor carreamento de matéria orgânica para o corpo d'água refletiu, principalmente, na elevada transparência da água dos reservatórios neste período. Além disso, a redução do nível de água mantida nos reservatórios durante a estiagem pode ter contribuído para o aumento na concentração de amônia e fósforo na maioria dos reservatórios (ver Figuras 2 e 3). Possivelmente, o tamanho reduzido dos reservatórios, característico de PCHs (em média de 3 km² de espelho d'água) e o curto o período de retenção hidráulica (cerca de dois dias), exerçam pouca influência sobre as características limnológicas destes ambientes, principalmente, pela alta renovação e fluxo de água no sistema (BRASIL, 2008; RUOCCO, 2014; SOUZA, 2014).

Em relação a maior prevalência e abundância média de hirudíneos observadas no período chuvoso, é possível que, o maior carreamento de matéria orgânica para o corpo d'água torne o ambiente propício para o desenvolvimento destes organismos, uma vez que apresentam preferência por ambientes ricos em matéria orgânica, baixo oxigênio dissolvido e altos níveis de nitrogênio e fósforo na água e sedimento. Neste período, também há maior

crescimento de macrófitas aquáticas (tais como aguapé, *Eichhornia* spp.), que servem como substrato para estes parasitas, até que encontrem um hospedeiro (THATCHER, 2006).

A fisiologia, ecologia e filogenia dos hospedeiros estão entre os principais fatores bióticos que podem influenciar a composição da comunidade de parasitas (VICKERY; POULIN, 1998; MUÑOZ; GRUTTER; CRIBB, 2005). Desta forma, hospedeiros simpátricos, com proximidade filogenética e similaridade ecológica podem apresentar semelhança na estrutura e composição de suas respectivas comunidades parasitárias (VICKERY; POULIN, 1998).

Geralmente, fatores ecológicos (tamanho do corpo, longevidade, dieta, distribuição geográfica) exercem maior influência sobre a estrutura da comunidade de parasitas (prevalência, intensidade e abundância), enquanto que, relações filogenéticas entre os hospedeiros, influenciam, sobretudo, sua composição (JANOVY; CLOPTON; PERCIVAL, 1992). A comunidade parasitária dos loricarídeos avaliados neste estudo apresentou um claro compartilhamento de endo e ectoparasitas entre as espécies hospedeiras, com alta similaridade quanto sua composição, sobretudo, entre as espécies congêneras, com alta proximidade filogenética. Possivelmente, *Hypostomus* spp. apresentam sobreposição de nicho, compartilhando recursos, sobretudo, espaciais e alimentares, permitindo que estes animais coexistam (OLIVEIRA; ISAAC, 2013; BRAGA; ARAÚJO; BOEGER, 2014), favorecendo a semelhança em suas respectivas composições na parasitofauna.

Espécies de parasitas podem ocorrer em uma série de hospedeiros simpátricos porque os hospedeiros podem compartilhar histórias evolutivas, ou ainda, compartilhar propriedades bioquímicas e/ou fisiológicas que podem ou não refletir um ancestral comum, ou estes parasitas podem simplesmente, ser generalistas (JANOVY-Jr; CLOPTON; PERCIVAL, 1992). Metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. tem sido descritas em uma grande variedade de peixes brasileiros, pertencentes as ordens Perciformes, Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes sugerindo sua baixa especificidade pelo segundo hospedeiro intermediário (peixe), sendo um modelo de parasita generalista (YAMADA et al., 2008; ZICA et al., 2009; EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010; PAES et al., 2010; ZICA et al., 2011; RAMOS et al., 2013). No Brasil, a maioria das espécies de peixes infectadas por estas metacercárias pertence às famílias Loricariidae e Cichlidae (RAMOS et al., 2013). No

presente estudo, todas as espécies de loricarídeos foram acometidas por estas metacercárias, corroborando aos dados da literatura sobre baixa especificidade e alta suscetibilidade destes hospedeiros a infecções por tais metacercárias (ver Capítulo 1).

Monogenéticos, de forma geral, foram os parasitas mais abundantes (14.296 espécimes), mais prevalentes (P=59,9%) e com maior riqueza (13 *taxa*) na comunidade componente. Alguns monogenéticos apresentam amplo espectro de espécies hospedeiras, porém, a maioria tem elevada especificidade, infestando uma única espécie ou espécies com grande proximidade filogenética (THATCHER, 2006). Nestes casos, estes parasitas podem ser empregados como indicador taxonômico (THATCHER, 2006; GOATER; GOATER; ESCH, 2014). No entanto, a capacidade de dispersão das suas formas larvais (oncomiracídio) é limitada (BAGGE, 2005), e pode interferir na estrutura de infracomunidades, uma vez que dependem da distribuição das espécies de hospedeiros que são suscetíveis à infestação. Embora os hospedeiros avaliados tenham proximidade filogenética, alguns parasitas apresentaram especificidade, como observado para *Demidospermus* spp., que ocorreram apenas em *L. prolixa* e *Paranaella luquei* em *H. cf. margaritifera* (ver Tabela 2). *Trinigyryus* spp. e *U. unilatus* ocorreram em oito das 10 espécies de *Hypostomus* analisadas, no entanto, algumas espécies de *Trinigyryus* acometeram apenas uma determinada espécie hospedeira, como é o caso de *Trinigyryus* sp. 4 em *H. topavae* e *Trinigyryus* sp. 5, em *H. aff. topavae*. A ocorrência destas espécies em determinada área amostral, depende diretamente da distribuição da espécie hospedeira suscetível a infestação, como observado neste estudo. Desta forma, abundância de monogenéticos também variou entre as áreas, sobretudo, em função da abundância dos seus respectivos hospedeiros em cada área de amostragem. Este fato pode ser observado por meio da distribuição de *L. prolixa*, espécie com maior abundância de monogenéticos, a qual ocorreu em maior número nas áreas 2 e 4, onde é possível observar os maiores valores de abundância relativa destes parasitas (Tabelas 6 e 7).

De acordo com a análise MRT, diferenças intrínsecas entre as espécies hospedeiras foram determinantes para abundância dos parasitas de loricarídeos, sobretudo, para monogenéticos, corroborando ao exposto acima. Já a baixa influência do peso padronizado sobre a variância da abundância parasitária observada neste trabalho, pode ser explicada

pelo método de captura empregado. Redes de espera são aparatos de coleta seletivos e dependendo da dimensão da abertura da malha e área na qual forem implantadas no reservatório, podem dificultar a captura de espécimes menores e juvenis. Embora tenham sido utilizadas redes de espera com diferentes tamanhos da abertura da malha visando minimizar a influência do método, não foram capturados muitos espécimes juvenis das espécies avaliadas no estudo.

Considerando o grupo taxonômico de parasitas, condições ambientais podem refletir alterações nas relações parasita-hospedeiro (DOGIEL, 1961; LAFFERTY, 1997), de modo que, o aumento ou decréscimo do parasitismo podem indicar mudanças causadas por ações antrópicas que promovem o desenvolvimento de uma determinada fase do ciclo biológico ou das populações de seus hospedeiros (LAFFERTY, 1997).

Existem outras PCHs a montante de Palmeiras (Esmeril, Monjolinho, Dourados e São Joaquim), que funcionam por meio de um sistema de “desvio de canal”, no qual não ocorre a fragmentação efetiva do habitat, pois mantem-se a conectividade com a jusante, por meio de um canal natural, mesmo após a construção e funcionamento do empreendimento (SOUZA, 2014). Considerando-se que as três PCHs foram construídas em posições subsequentes no eixo principal do rio (sistema de “cascata”), a área de amostragem 1 refere-se ao primeiro, dentre os reservatórios analisados. Desta forma, as demais áreas amostradas, sofrem maior influência dos represamentos a montante.

Ademais, a área 1 contém fragmentos remanescentes de mata ciliar, bem como áreas de reflorestamento com espécies nativas no entorno do reservatório, e mantêm a conexão com a área a montante da barragem, compondo um ambiente com maior heterogeneidade e complexidade estrutural, quando comparado com as demais áreas amostradas (2, 3 e 4). Ambientes com maior complexidade estrutural e recursos, geralmente albergam maior diversidade de hospedeiros intermediários e definitivos, os quais compõem o ciclo biológico de muitos parasitas (MACHADO; PAVANELLI; TAKEMOTO, 1995; GOATER; GOATER; ESCH, 2014). Este fato pode ter contribuído para a maior riqueza de parasitas observadas nos peixes desta área (24 *taxa*), bem como maior riqueza de espécies com ciclo de vida heteroxeno (11 *taxa*), incluindo digenéticos, que sofreram influência relativa da área de amostragem sobre a sua abundância (Figura 8; Tabela 6).

A riqueza de hospedeiros em cada área de amostragem foi similar (Área 1=8; Área 2= 7; Área 3 = 8; Área 4 = 8). Quando considerada a matriz de abundância das espécies hospedeiras, embora tenha sido observada alta similaridade entre as áreas (68,5% - Figura 10), a área 1 mostrou-se diferentes das demais (2, 3 e 4). Este fato pode ter ocorrido devido a pequenas diferenças na composição e abundância das espécies de peixes entre as áreas (Tabela 7), refletindo assim, na variação da composição das infracomunidades, sobretudo, daqueles parasitas que apresentam especificidade pelo hospedeiro (como alguns monogenéticos), justificando a variância explicada pelo fator “área de amostragem” (8.5%) observada na árvore global.

Desta forma, as infracomunidades avaliadas também apresentaram diferenças na composição de parasitas. Isso ocorreu em detrimento de diferenças entre fatores intrínsecos relacionados as espécies hospedeiras e pela habilidade de dispersão dos parasitas e especificidade, observada sobretudo, nas espécies de monogenéticos, os quais dominaram a comunidade componente. Além disso, fatores extrínsecos, como a distribuição dos hospedeiros e a complexidade estrutural do ambiente no qual estão inseridos, também contribuíram para tais diferenças. Estes novos registros aumentaram o conhecimento sobre a relação parasita-hospedeiro, distribuição geográfica e padrões da composição da comunidade de parasitas de loricarídeos, bem como a influência das alterações causadas por ações antrópicas em ambientes artificiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE-TALMELLI, E.F.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, JR. Fator de condição relativo (Kn): um critério para selecionar fêmeas de piabanha, *Brycon insignis*, para indução reprodutiva. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.25, p.95-99, 1999.
- BAGGE, A.M. **Factors affecting the development and structure of monogenean communities on cyprinid fishes**. 2005.25pf. Dissertação (mestrado). University of Jyväskylä, Finlândia. 2005.
- BOEGER, W. A.; VIANNA, R.T. Monogenoidea. In: THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2.ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. p.42-116.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. New York: Springer, 2011, 306p.
- BRAGA, M.P.; ARAÚJO, S.B.L.; BOEGER, W.A. Patterns of interaction between Neotropical freshwater fishes and their gill Monogenoidea (Platyhelminthes). **Parasitology Research**, v.113, p.481-490, 2014.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3.ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, AW. Parasitology Meets Ecology On Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. **The Journal of Parasitology**, v.83, p. 575-583, 1997.
- CECARELLI, P.S.; ADRIANO, E.A., SANTOS, S.M.C., REGO, R.F.; SILVA, L.O.L. Levantamento quali-quantitativo da fauna parasitológica de peixes do Pantanal Mato-Grossense. In: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (Ed.): **Pesquisas Patológicas e Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai**. Pirassununga: Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais, IBAMA, 2007. p.11-124
- CESÁRIO, V.V. **Estudo sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim, afluente da margem esquerda do Rio Grande no Estado de São Paulo: composição, distribuição espacial e sazonalidade**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2010.

- CHIACHIO, M.C.; OLIVEIRA, C.; MONTOYA-BURGOS. J.I. Molecular systematic and historical biogeography of the armored Neotropical catfishes Hypoptopomatinae and Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae). **Molecular Phygenetics and Evolution**. v.49, p. 606-617, 2008.
- COHEN, S. C.; JUSTO, M.C.N.; KOHN, A. **South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles**. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 2013. 663p.
- DE'ATH, G. Multivariate regression trees: a new technique for modeling species environment relationships. **Ecology**, v.83, p. 1105-111, 2002.
- DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL. V.A.; PETRUSHEVSKI. G.K.; POLYANSKI. Y.I. (Eds). **Parasitology of fishes**. Leningrad: University Press, 1961, p. 1-47.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI. G.C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333p.
- EIRAS, J.C., TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2ª ed. Maringá: Eduem, 2006. 199 p.
- ESCHMEYER, W.N.; FONG, J.D. **Species by Family/Subfamily**. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Acesso em: Nov. 2015
- GALLI, P.; CROSA, G.; MARINIELLO, L.; ORTIS, M.; D'AMELIO, S. Water quality as a determinant of the composition of fish parasites communities. **Hydrobiologia**, v. 452, p.173-179, 2001.
- GOATER, T.M.; GOATER, C.P.; ESCH, C.W. **Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites**. 2ª ed. United Kingdom: Cambridge University Press, 2014. 575p.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO. R. S.; OHNSTAD. R. Methods for chlorophyl and phaeopigments determination. **Archives für Hydrobiologie**, v.14, p.14-36, 1978.
- HENRY, R. Amônia ou fosfato como agente estimulador do crescimento do fitoplâncton na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema. SP). **Revista Brasileira de Biologia**, v.50, p.883-892, 1990.
- JANOVY JR.; CLOPTON, J. R. E.; PERCIVAL, T. J. The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasite species assemblages. **The**

- Journal of Parasitology**, v. 78, p. 630-640, 1992.
- KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M.; COHEN, S.C. **South American Trematodes Parasites of Fishes**. Rio de Janeiro: Imprinta Express Ltda, 2007. 318 p.
- LAFFERTY, K.D. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? **Parasitology Today**, v.13, p. 251–255, 1997.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2ª ed. Nova Odessa: Editora Plantarum Ltda, 1991. 440p.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 536p.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Influence of the type of environment and of the hydrological level variation in endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz) and *Schizodon borelli* (Boulenger) (Osteichthyes) of the high Paraná river, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, p. 961-976, 1995.
- MONTOYA-BURGOS, J. I. Historical biogeography of the catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae), with implications on the diversification of Neotropical ichthyofauna. **Molecular Ecology**, v. 12, p.1855–1867, 2003.
- MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region**. Praga: Academia, 1998. 464p.
- MUÑOZ, G.; GRUTTER, A.S.; CRIBB, T.H. Endoparasite communities of five fish species (Labridae: Cheilinae) from Lizard Island: how important is the ecology and phylogeny of the hosts?. **Parasitology**, v.132, p.363-374. 2006.
- OLIVEIRA, J.C.S; ISAAC, V.J. Diet breadth and niche overlap between *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus, 1758) and *Hypostomus emarginatus* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes) in the Coaracy Nunes hydroelectric reservoir, Ferreira Gomes, Amapá-Brazil. **Biota Amazônia**, v.3, p. 116-125, 2013.
- PAES, J.V.K.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. Infection levels of *Austrodiplostomum compactum* (Digenea, Diplostomidae) metacercariae in *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) from the Nova Avanhandava reservoir, São Paulo State, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 84, p. 284-291, 2010.

- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: Out. 2015.
- RAMOS, I.P.; FRANCESCHINI, L.; ZAGO, A.C.; ZICA, E.O.P; WUNDERLICH, A.C.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. New host records and a checklist of fishes infected with *Austrodiplostomum compactum* (Digenea: Diplostomidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.22, p. 511-518, 2013.
- REIS, R. E.; WEBER, C.; MALABARBA, L.R. Review of the genus *Hypostomus* Lacépède. 1803 from southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces. Siluriformes. Loricariidae). **Revue suisse de Zoologie**, v. 97, p. 729-766, 1990.
- RUOCCO, A.M.C. **Impacto da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) sobre a comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados a pedrais: um estudo de caso no rio Sapucaí-Mirim (SP)**. 2014. 48f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2014.
- SOUZA, D.F. **Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim – SP, Brasil**. 2014. 82f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2014.
- THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2ª ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. 509p.
- THOMAS, F.; RENAUD, F.; GUÉGAN, J. F. **Parasitism and Ecosystem**. New York: Oxford University Press Inc, 2005. 221p.
- VIGNON, M.; SASAL, P. Multiscale determinants of parasite abundance: a quantitative hierarchical approach for coral reef fishes. **International Journal for Parasitology**, v.40, p.443-451, 2010.
- VICKERY, W.L.; POULIN, R. Parasite extinction and colonisation and the evolution of parasite communities: a simulation study. **International Journal for Parasitology**, v.28, p.727-737, 1998

- WEBER, C. Subfamily Hypostominae (Armored catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Eds.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 351-372.
- YAMADA, F.H.; MOREIRA, L.H. DE A.; CESCHINI, T.L.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Novas ocorrências de metacercária de *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes: Digenea) parasito de olhos de peixes da bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, p. 163–166, 2008.
- ZICA, E. O. P.; BRANDÃO, H.; ZAWADZKI, C.H.; NOBILE, A.B.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. The occurrence of *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Digenea: Diplostomidae) metacercariae in the eyes of loricariid fish (Siluriformes: Osteichthyes: Loricariidae) from Brazil. **Journal of Helminthology**, v.85, p. 73-79. 2011.
- ZICA, E. O. P.; SANTOS, K.R.; RAMOS, I.P.; ZANATTA, A.S.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. First case of an infection of the metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Digenea, Diplostomidae) in *Hypostomus regani* (Ihering, 1905) (Siluriformes: Loricariidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.4, p. 35-38. 2009.

Artigo 3

*Nova espécie do gênero Demidospermus (Monogenea:
Dactylogyridae) parasita de Loricaria prolixa (Siluriformes:
Loricariidae) procedentes do Brasil*

Resumo

Demidospermus spirophallus n. sp. (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) é descrito a partir de espécimes coletados nas brânquias de *Loricaria proluxa* procedentes de reservatórios de Pequenas Centrais Hidrelétricas localizadas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil. A nova espécie diferencia-se das demais espécies do gênero, sobretudo, pela morfologia do complexo copulatório, que é caracterizado pela presença de um órgão copulatório masculino (OCM) enrolado em sentido anti-horário, com 2 ½ anéis circulares e peça acessória tubular com extremidade bifurcada, e vagina fracamente esclerotizada com abertura sinistral. O registro de *Demidospermus spirophallus* n. sp. parasitando esta espécie de loricarídeo estende nosso conhecimento sobre possíveis hospedeiros e distribuição geográfica deste gênero de monogenéticos.

Palavras-chaves: monogenéticos, peixe dulcícola; cascudo; nova espécie de parasita; ectoparasitas

Abstract

Demidospermus spirophallus n. sp. (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) is described from specimens collected in the gills of *Loricaria prolixa* from reservoirs of Small Hydroelectric Power Plants installed in the Sapucaí-Mirim river, São Paulo State, Brazil. The new species differs from others at the same genus mainly by a counterclockwise-coiled male copulatory organ (MCO), showing 2 ½ rings and tubular accessory piece, with one end bifurcated, and the vagina is weakly sclerotized, with sinistral opening. The finding of *Demidospermus spirophallus* n. sp. on this loricariid extends our host and geographic knowledge of species of these monogenean genera.

Key words: monogeneans, freshwater fish, catfish, new parasite species, ectoparasites

INTRODUÇÃO

A ordem Siluriformes é um grupo monofilético composto por 35 famílias de peixes amplamente distribuídos em ambientes dulcícolas, estuarinos e marinhos da região Neotropical, sendo conhecidos popularmente como “bagres” (NELSON, 2006; FROESE; PAULY, 2014; MENDOZA-PALMERO; BLASCO-COSTA; SCHOLZ, 2015). Loricariidae é a família mais representativa da ordem, com cerca de 900 espécies válidas de peixes conhecidos especificamente como “cascudos” (MONTROYA-BURGOS, 2003).

Loricarídeos apresentam elevada plasticidade fenotípica intraespecífica, resultando em uma grande variabilidade de formas e coloração durante todo seu desenvolvimento ontogenético, dificultando a execução de estudos sobre diversidade, biologia, distribuição geográfica e filogenia acerca deste grupo (REIS; WEBER; MALABARBA, 1990; WEBER, 2003; ARMBRUSTER, 2004). Como a maioria dos representantes desta família, *Loricaria prolixa* habita ambientes de água doce e apresenta hábito demersal, distribuindo-se em ambientes lóticos de rios da América do Sul, incluindo as bacias do rio Paraná e Prata (FROESE; PAULY, 2014).

Embora a região Neotropical tenha alta riqueza de peixes dulcícolas (aproximadamente 6000 espécies) (REIS; KULLANDER; FERRARIS-Jr, 2003), a diversidade de monogenéticos parasitas descrita nesses possíveis hospedeiros ainda é relativamente baixa (THATCHER, 2006). Dentre os monogenéticos, Dactylogyridae é uma das mais importantes e numerosas famílias, parasitando diversas espécies de peixes de águas continentais da América do Sul (BOEGER; VIANNA, 2006). Cerca de 379 espécies pertencentes a 31 gêneros de dactilogirídeos foram descritos a partir de espécimes coletados em bagres, com número crescente nos últimos anos (COHEN; JUSTO; KOHN, 2013; MENDOZA-PALMERO; BLASCO-COSTA; SCHOLZ, 2015). Apesar dos esforços dos taxonomistas, o conhecimento sobre a diversidade destes monogenéticos ainda é incompleta, tornando estudos acerca deste grupo extremamente relevantes.

O gênero *Demidospermus* é um dos mais especiosos da família Dactylogyridae, sendo proposto por Suriano em 1983, que descreveu a espécie-tipo *Demidospermus* a partir de espécimes coletados em brânquias de *Loricariichthys anus* (= *Loricaria anus*) da Argentina. Atualmente, existem 28 espécies válidas do gênero (incluindo a espécie descrita neste artigo),

reportadas em inúmeros bagres e cascudos pertencentes as famílias Loricariidae, Pimelodidae e Auchenipteridae (MENDOZA-PALMERO et al., 2012).

O presente estudo tem como objetivo descrever uma nova espécie do gênero *Demidospermus*, parasita de brânquias de *L. prolixa* procedentes do rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinquenta espécimes de *L. prolixa* foram coletados entre março de 2012 e dezembro de 2013, no reservatório de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs)¹: Palmeiras (Área 1: 20,0°34,0'22,0"S 47°46,0'57,3"W; Área 2: 20,0°33,0'57,8"S 47,0°46,0'45,4"W; Área 3: 20,0°31,0'51,8"S 47,0°49,0'54,0"W); Anhanguera (Área 4: 20,0°30,4'62,0"S 47,0°51,0'24,0"W; Área 5: 20,0°29,0'43,0"S 47,0°51,0'44,0"W; Área 6: 20,0°29,0'26,0"S 47,0°51,0'26,0"W) e Retiro (Área 7: 20,0°26,0'56,0"S 47,0°52,0'46,8"W; Área 8: 20,0°26,0'13,9"S 47,0°53,0'26,4"W), localizadas no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1).

Os peixes foram coletados com redes de espera de monofilamento de nylon (malhagens entre 30 a 180 mm entre nós) com 16 horas de exposição (entre as 15 e 7 horas do dia seguinte) (Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico – SISBio 13794-1). Os espécimes foram individualizados em sacos plásticos e gradativamente resfriados em caixas térmicas com gelo, até o óbito. Posteriormente, foram encaminhados ao Departamento de Parasitologia, no Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, onde foram fotografados, pesados (g), medidos (cm) e necropsiados.

As brânquias foram removidas e colocadas em um frasco com água morna (cerca de 60° C), e agitadas vigorosamente. Depois disso, o conteúdo foi completado com álcool absoluto (BOEGER; VIANNA, 2006). Os monogenéticos foram, então, coletados com auxílio de estereomicroscópio, e alguns espécimes, montados em lâmina com meio Gray e Wess, para

¹ PCH: De acordo com a resolução nº 652 - 09-12-2003 da ANEEL, será considerado com características de PCH o aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1,0 MW e igual ou inferior a 30,0 MW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km² (BRASIL, 2008)

evidenciar as estruturas esclerotizadas. Outros foram corados com Tricrômico de Gomori e montados em lâmina com Bálsamo do Canadá, para análise das estruturas internas (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

Análises morfológicas e morfométricas foram feitas empregando-se sistema computadorizado de análise de imagem com Contraste de Interferência Diferencial (*Differential Interference Contrast* – DIC) - LAS V3 (Leica Application Suite), e as ilustrações das estruturas esclerotizadas, feitas com câmara lúcida montada em microscópio Leica DMLS. As medidas descritivas das estruturas estão apresentadas em micrômetros, representadas pela média $\pm$ erro padrão (mínimo – máximo), seguido do número de espécimes utilizados para atribuí-las.

Espécimes-testemunho dos hospedeiros foram depositados na Coleção Ictiológica do Nupélia (NUP), da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil (NUP 15002 N4). Holótipos e parátipos dos parasitas serão depositados na Coleção Zoológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil e Coleção Helmintológica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Botucatu.

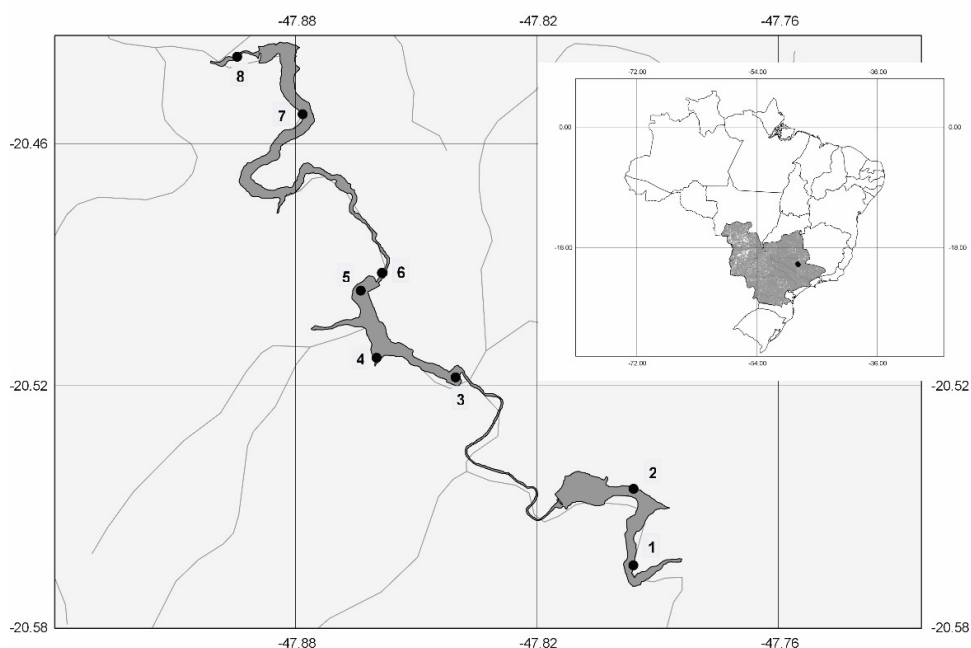


Figura 1. Áreas de amostragem (1-8) situadas entre os reservatórios de três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no Rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: PCH Palmeiras (1-3), Anhanguera (4-6) e Retiro (7 e 8).

DESCRIÇÃO

Dactylogyridae

Ancyrocephalinae

Demidospermus spirophallus* n. sp.*Figura 2 (1-7); Figura 3 (a-f)**

Descrição baseada em 13 espécimes montados em meio Gray e Wess e 10 espécimes corados com Tricrômico de Gomori, montados em lâmina permanente com Bálsamo do Canadá. Corpo alongado, fusiforme, com $826,5 \pm 68,3$ ($341,1-1224,9$; $n=12$) de comprimento, divisível em região cefálica, tronco, pedúnculo (curto) e haptor. Região do tronco mais larga ao nível dos testículos, com largura média de $125,5 \pm 7,9$ ($89,5-177,0$; $n=12$). Dois lobos cefálicos terminais e dois bilaterais, moderadamente desenvolvidos. Três pares bilaterais de órgão cefálicos; glândulas cefálicas na região faringiana. Olhos ausentes. Faringe com diâmetro subesférico, apresentando $43,8 \pm 2,0$ ($33,3-53,2$; $n=12$) de comprimento e $45,4 \pm 3,5$ ($24,5-60,1$; $n=12$) de largura. Esôfago curto e ceco intestinal confluyente na região posterior as gônadas. Órgão copulatório masculino (OCM) enrolado em sentido anti-horário, composto de $2 \frac{1}{2}$ anéis circulares, com $23,5 \pm 0,7$ ($19,4-27,1$; $n=12$) de diâmetro. Peça acessória tubular, composta por uma única peça esclerotizada, com comprimento médio de $53,5 \pm 1,5$ ($49,2-57,2$; $n=5$). Gônadas dispostas *in tandem*, com ovário em posição pré-testicular. Testículo alongado, com $254,4$ ($n=1$) de comprimento e $150,4$ ($n=1$) de largura, localizado entre os cecos intestinais, podendo ultrapassar lateralmente a área delimitada por eles. Vaso deferente conspícuo, contornando o ceco intestinal esquerdo. Vesícula seminal apresenta-se como uma dilatação do vaso deferente, com grande variação de formas. Oviduto, oótipo e útero não observados. Ovário com $51,9 \pm 4,3$ ($40,4-65,4$; $n=4$) de comprimento e $58,7 \pm 11,7$ ($21,1-86,0$; $n=4$) de largura. Ovo com forma oval e presença de filamento posterior. Receptáculo seminal anterior ao ovário. Vagina tubular com abertura sinistral, fracamente esclerotizada e curva, abrindo-se em um receptáculo seminal subesférico, por meio de um ducto fracamente esclerotizado. Folículos vitelínicos densamente espalhados pelo tronco e ausentes na região dos órgãos reprodutivos. Haptor com $106,4 \pm 7,5$ ($63,4-135,4$; $n=10$) de comprimento e $135,9$ ($84,2-206,0$; $n=10$) de largura, composto por dois pares de âncoras, duas barras (dorsais e ventrais) e 14 ganchos. Âncoras similares em forma e tamanho, com raiz superficial

moderadamente desenvolvida, raiz profunda pequena, com haste relativamente curta e reta, e porção final (ponta) da base da âncora com terminação reta. Âncora ventral com $32,5 \pm 0,7$ (29,6-37,2; n=11) de comprimento entre a raiz superficial e a base (ver Figura. 3-a) e $28,2 \pm 0,5$ (25,4-30,7; n=11) da raiz profunda à base; largura da raiz de $16,6 \pm 0,7$ (12,6-19,6; n=11) (ver Figura 3-d), e $45,9^\circ$ (36,3-63,1; n=11) de angulação entre a raiz e a base (Figura 3c). Extensão da base da âncora ventral medindo $26,2 \pm 0,4$ (24,5-28,6; n=11) (Figura 3b). Âncora dorsal com $28,1 \pm 0,6$ (25,6-31,5; n=12) de comprimento entre a raiz superficial e a base, e $26,7 \pm 0,4$ (24,5-29,2; n=12) de comprimento da raiz profunda à base. Raiz da âncora dorsal com largura média de $17,7 \pm 0,7$ (20,3-25,8; n=12), com angulação entre a raiz e a base de $49,8^\circ$ (40,4-60,7; n=12). Base da âncora dorsal com $23,8 \pm 0,4$ (20,3-25,8; n=12) de extensão. Barra ventral com forma de “U” ou “V”, articulada, com variável angulação de abertura entre as extremidades. Comprimento (altura) total da barra ventral em média de $81,2 \pm 2,4$ (73,3-98,8; n=11) (ver Figura 3f), com distância entre as extremidades terminais da barra variável de acordo com abertura da angulação, apresentando, em média $58,4 \pm 4,5$ (22,8-76,3) (Figura 3e); n=11) e $23,9 \pm 2,2$ (14,1-38,5; n=11) de altura. Barra dorsal com forma de “V”, articulada, com variada angulação de abertura e um estreitamento evidente na região mediana da barra. Comprimento (altura) total da barra dorsal foi em média de $89,4 \pm 2,2$ (78,2-101,8; n=12), com distância entre as extremidades de $60,9 \pm 6,0$ (24,2-97,3; n=11) e altura de $29,3 \pm 2,5$ (14,7-37,8; n=11). Sete pares de ganchos delicados, similares em tamanho e forma, cada qual com extremidade recurvada, com polegar reduzido. Presença de filamento conectado a ponta do gancho, delgado, mantendo-se próximo a extensão da haste do gancho. Hastes com $8,1 \pm 0,1$ (6,1-9,8; n= 11) de comprimento, e polegares com $4,7 \pm 0,08$ (3,5-5,7; n=11).

Sumário Taxonômico

Hospedeiro: *Loricaria prolixa* (Siluriformes: Loricariidae) (NUP 15002 N4)

Localidade: rio Sapucaí-Mirim (20°29'38.38"S 47°51'33.11"W), município de São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Brasil.

Local de infecção: brânquias [Prevalência (P): 98%; intensidade média de infecção (IMI) $92,5 \pm 10,5$ (9,0-400,0) e abundância média (AM) $90,7 \pm 10,5$ (0-400,0)]

Espécimes serão depositados: Holótipo - INPA; Parátipos - CHIBB

Etimologia: “*spiro*”, latim, refere-se a algo enrolado, curvo ou “em voltas”; “*phallus*”, latim, refere-se a estrutura sexual masculino, pênis. O epíteto específico foi escolhido devido a morfologia do complexo copulatório, caracterizado pela presença de um órgão copulatório masculino enrolado em sentido anti-horário, com 2 ½ anéis circulares.

Considerações

Demidospermus spirophallus n. sp. foi incluso neste gênero baseado na presença de barras dorsal e ventral em forma de “U” ou “V”, com abertura variável entre as extremidades (região mediana da barra mais fina, permitindo diferente abertura); vagina esclerotizada com abertura sinistral; gônadas dispostas *in tandem* e órgão copulatório masculino enrolado em sentido anti-horário. A espécie proposta difere-se das demais do gênero principalmente pelo formato, diâmetro e número de anéis que compõem o OCM, além do formato da peça acessória e vagina. Na nova espécie, o OCM apresenta 2 ½ anéis circulares, e a peça acessória é tubular, fina e delicada, composta por uma única peça esclerotizada. A vagina é sinistral, tubular, delicada e fracamente esclerotizada, abrindo-se em um pequeno receptáculo seminal, em formato de saco, por meio de um ducto moderadamente esclerotizado, diferente das demais espécies, que é ornamentada ou mais robusta na maioria das espécies do gênero.

Já a espécie-tipo, *Demidospermus anus*, também apresenta peça acessória composta por uma única peça esclerotizada, no entanto, o número de voltas do cirro é menor (1½) e a forma e diâmetro dos anéis do cirro são maiores quando comparados com a nova espécie. *Demidospermus paranaensis* apresenta tegumento com anulações, e cirro composto por 1½ anel, longo e com formato oval. *Demidospermus spirophallus* n. sp., assim como *D. paranaensis*, não apresentam diferenças quanto a morfologia dos ganchos do haptor.

Demidospermus lebedevi, embora também apresente cirro composto por anéis circulares, este apresenta de 2 a 3 anéis, com diâmetro maior 72 (56-83) quando comparado com o diâmetro dos anéis da nova espécie aqui descrita.

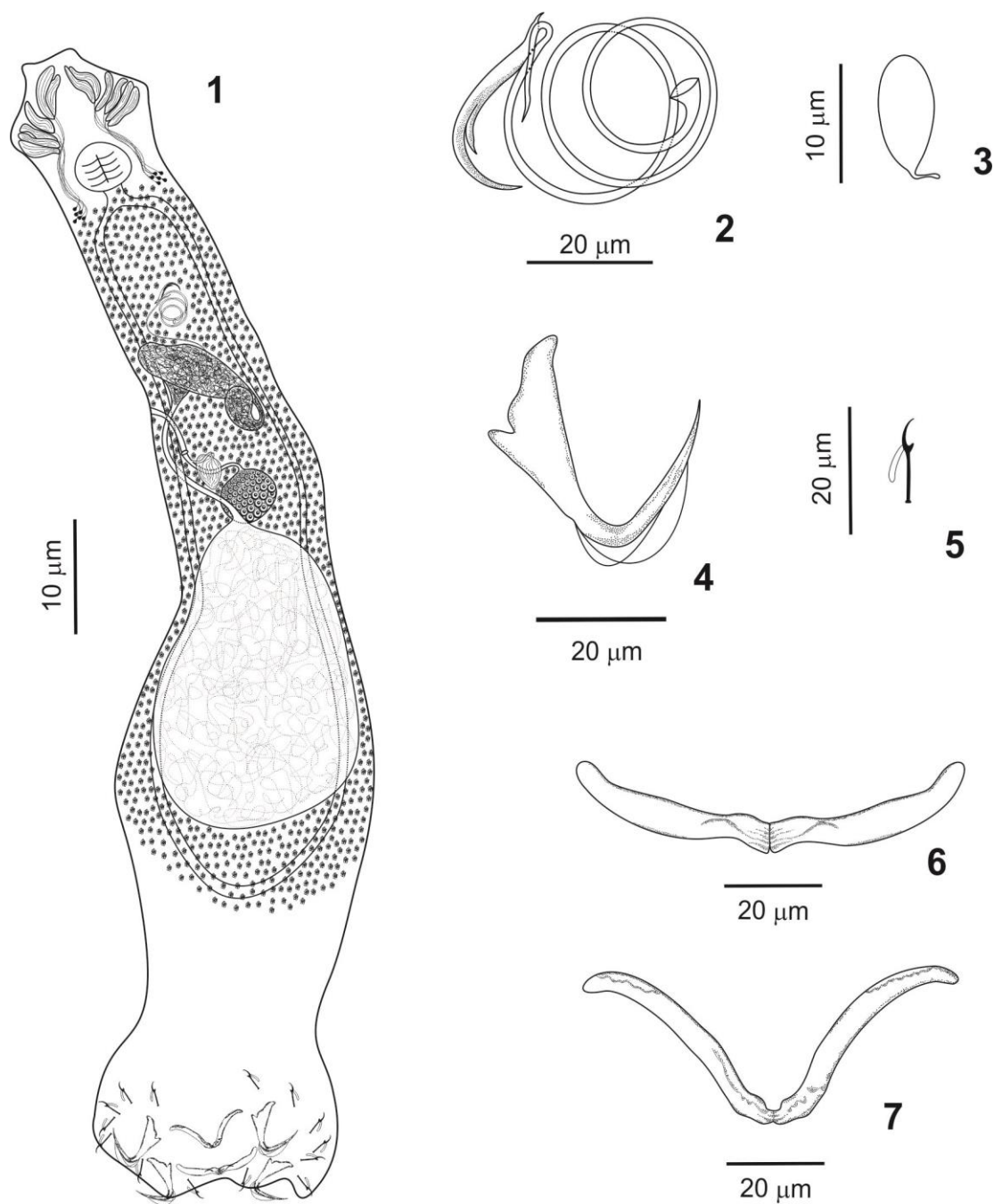


Figura 2 (1-7): *Demidospermus spiophallus* n. sp. parasita de brânquias de *Loricaria prolixa* procedentes do rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil: (1) Vista geral, em montagem dorsal; (2) Complexo copulatório (vista dorsal); (3) Gancho; (4) Ovo; (5) Âncora; (6) Barra ventral; (7) Barra dorsal.

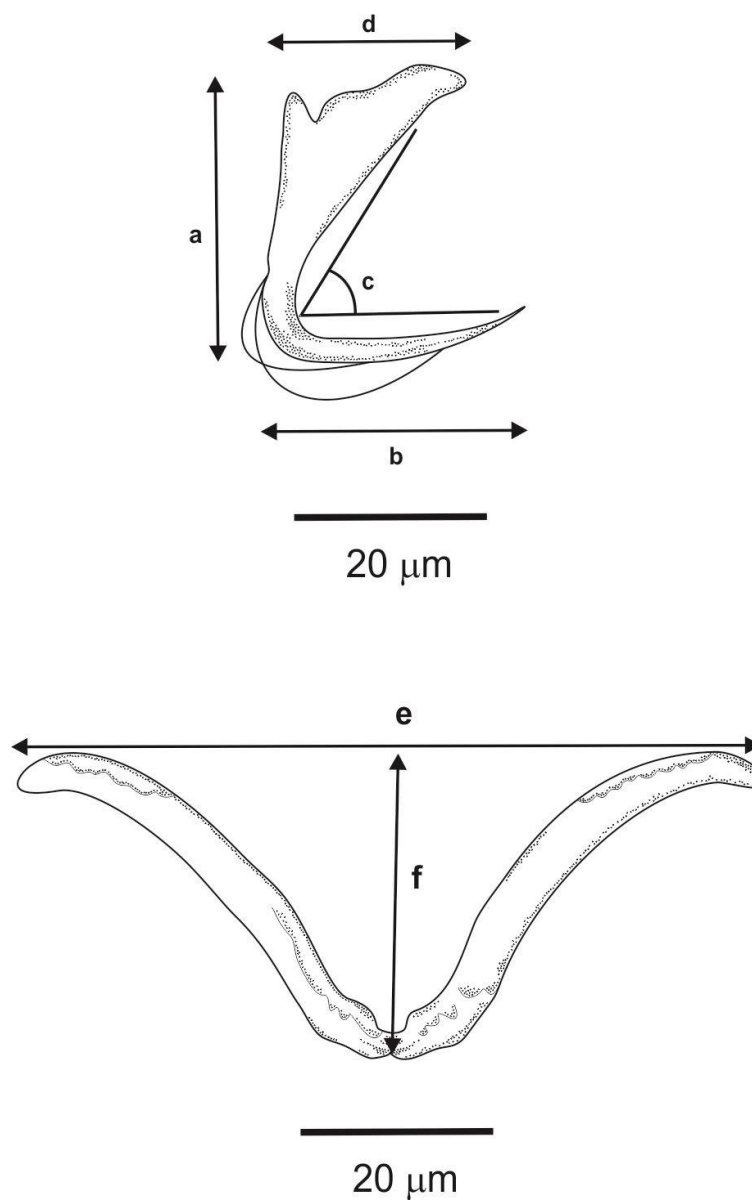


Figura 3: Representação gráfica sobre a metodologia empregada para medir as estruturas esclerotizadas (âncoras e barras) de *Demidospermus spirophallus* n. sp.: **(a)** Comprimento da raiz superficial à base; **(b)** Largura da base; **(c)** Angulação; **(d)** Largura da raiz; **(e)** Distância entre as extremidades terminais da barra; **(f)** Comprimento (altura da barra).

DISCUSSÃO

Demidospermus é o gênero de monogenéticos mais especioso registrado em bagres (MENDOZA-PALMERO et al., 2012). Atualmente há 28 espécies válidas deste gênero (incluindo a espécie descrita neste artigo), reportadas em inúmeras espécies de bagres pertencentes as famílias Loricariidae, Pimelodidae e Auchenipteridae (MENDOZA-PALMERO et al., 2012). Todos os registros de ocorrência deste gênero de monogenético limitam-se a peixes dulcícolas procedentes de países da América do Sul, sendo nove espécies descritas no Brasil, 11 na Argentina, sete no Peru e uma na Colômbia (Tabela 1).

Demidospermus labrosi e *Demidospermus mandi* foram descritos por França et al. (2003) a partir de espécimes coletados em brânquias de *Iheringichthys labrosus* da bacia de inundação do rio Paraná, Brasil. Posteriormente, Cohen e Khon (2008) consideraram estas espécies como sinônimo-júnior de *Demidospermus leptosynophallus* e *Demidospermus corcinus*, respectivamente.

Dentre os 19 taxa de Siluriformes descritos como hospedeiros para *Demidospermus* spp., apenas quatro são loricarídeos: *Loricariichthys anus* (= *Loricaria anus*), na qual foi descrita a espécie-tipo *D. anus* (SURIANO, 1983) e *Loricariichthys platymetopon* (COHEN; KOHN, 2008), parasitada pela mesma espécie de monogenético; *L. platymetopon* e *Loricaria prolixa* (ver Capítulo 1) foram descritos como hospedeiras de *Demidospermus paranaensis* (FERRARI-HOEINGHAUS et al., 2010); *Loricariichthys castaneus* parasitada por uma espécie não identificada do gênero (*Demidospermus* sp.) (AZEVEDO; ABDALLAH; LUQUE, 2010), e *Loricaria prolixa*, descrita como hospedeira no presente estudo (ver Capítulos 1 e 2).

No Brasil, outros trabalhos relataram a ocorrência de *Demidospermus* spp. parasitando bagres no Estado do Paraná (COHEN; KOHN, 2008; FERRARI-HOEINGHAUS et al., 2010), Rio de Janeiro (AZEVEDO; ABDALLAH; LUQUE, 2010) e Minas Gerais (MONTEIRO; KRITSKY; BRASIL-SATO, 2010). Este estudo representa o primeiro relato de ocorrência de monogenéticos do gênero *Demidospermus* parasitando loricarídeos no Estado de São Paulo, contribuindo também para o conhecimento sobre a distribuição geográfica do gênero no Brasil.

Tabela 1. Espécies do gênero *Demidospermus*: hospedeiros, autores, ano, local e data da descrição dos espécimes-tipo.

Espécies	Hospedeiro	Referência	Localidade
<i>Demidospermus anus</i>	<i>Loricariichthys anus</i> (= <i>Loricaria anus</i>)	Suriano (1983)	Argentina
<i>Demidospermus luckyi</i> (= <i>Omothecium luckyi</i>)	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Kritsky, Thatcher e Boeger (1987)	Brasil
<i>Demidospermus pinirampi</i> (= <i>Omothecium pinirampi</i>)	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Kritsky, Thatcher e Boeger (1987)	Brasil
<i>Demidospermus valenciennesi</i>	<i>Parapimelodus valenciennesi</i> (= <i>Parapimelodus valenciennis</i>)	Gutiérrez e Suriano (1992)	Argentina
<i>Demidospermus paravalenciennesi</i>	<i>Pimelodus clarias</i>	Gutiérrez e Suriano (1992)	Argentina
<i>Demidospermus uncusvalidus</i>	<i>Pimelodus clarias</i>	Gutiérrez e Suriano (1992)	Argentina
<i>Demidospermus bidiverticulatum</i>	<i>Pimelodus clarias</i> e <i>Pimelodus albicans</i>	Suriano e Incorvaia (1995)	Argentina
<i>Demidospermus armostus</i>	<i>Pimelodus clarias</i> e <i>Pimelodus albicans</i>	Kritsky e Gutiérrez (1998)	Argentina
<i>Demidospermus corcinus</i>	<i>Iheringichthys westermanni</i>	Kritsky e Gutiérrez (1998)	Argentina
<i>Demidospermus idulus</i>	<i>Pimelodus albicans</i>	Kritsky e Gutiérrez (1998)	Argentina
<i>Demidospermus leptosynophallus</i>	<i>Iheringichthys westermanni</i>	Kritsky e Gutiérrez (1998)	Argentina
<i>Demidospermus majusculus</i>	<i>Pimelodus albicans</i>	Kritsky e Gutiérrez (1998)	Argentina
<i>Demidospermus labrosi</i> (= <i>Demidospermus corcinus</i>)*	<i>Iheringichthys labrosus</i>	França et al (2003)	Brasil
<i>Demidospermus mandi</i> (= <i>Demidospermus leptosynophallus</i>)*	<i>Iheringichthys labrosus</i>	França et al (2003)	Brasil
<i>Demidospermus macropteri</i>	<i>Calophysus macropterus</i>	Mendoza-Franco e Scholz (2009)	Peru

Tabela 1. Continuação ...

<i>Demidospermus centromochli</i>	<i>Centromochlus heckelii</i>	Mendoza-Franco e Scholz (2009)	Peru
<i>Demidospermus osteomystax</i>	<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Tavernari et al. (2010)	Brasil
<i>Demidospermus ceccarelli</i>	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Cepeda e Luque (2010)	Brasil
<i>Demidospermus brachyplatystomae</i>	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Cepeda e Luque (2010)	Brasil
<i>Demidospermus araguaiaensis</i>	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Cepeda e Luque (2010)	Brasil
<i>Demidospermus ichthyocercus</i>	<i>Pimelodus maculatus</i>	Monteiro, Kritsky e Brasil-Sato, 2010	Brasil
<i>Demidospermus paranaensis</i>	<i>Loricariithys platymetopon</i>	Ferrari-Hoeinghaus et al. (2010)	Brasil
<i>Demidospermus peruvianus</i>	<i>Pimelodus ornatus</i>	Mendoza-Palmero e Scholz (2011)	Peru
<i>Demidospermus curvovaginus</i>	<i>Pimelodus</i> sp.	Mendoza-Palmero e Scholz (2011)	Peru
<i>Demidospermus striatus</i>	<i>Pimelodus</i> sp.	Mendoza-Palmero e Scholz (2011)	Peru
<i>Demidospermus lebedevi</i> (= <i>Urocleidoides lebedevi</i>)	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Mendoza-Palmero e Scholz (2011)	Colômbia
<i>Demidospermus annulus</i>	<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Marcotegui e Martorelli (2011)	Argentina
<i>Demidospermus mortenthaleri</i>	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Mendoza-Palmero et al (2012)	Peru
<i>Demidospermus brevicirrus</i>	<i>Pimelodus</i> sp.	Mendoza-Palmero et al (2012)	Peru
<i>Demidospermus spiophallus</i> n. sp.	<i>Loricaria prolixa</i>	Presente estudo	Brasil

*Sinônimo Júnior de *Demidospermus leptosynophallus* e *Demidospermus corcinus*, respectivamente (espécies inválidas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMBRUSTER, J.W. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.141, p. 1-80, 2004.
- AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D.; LUQUE, J.L. Acanthocephala, Annelida, Arthropoda, Myxozoa, Nematoda and Platyhelminthes parasites of fishes from the Guandu river, Rio de Janeiro, Brazil. **Check list**, v.6, p. 659-667, 2010.
- BOEGER, W. A.; VIANNA, R.T. Monogeneoidea. In: THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2.ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. p.42-116.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3.ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.
- CEPEDA, B. P.; LUQUE J. L. Three new species of *Demidospermus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Brachyplatystoma filamentosum* (Siluriformes: Pimelodidae) from the Araguaia River, Brasil. **The Journal of Parasitology**, v. 96, p. 869-973, 2010.
- COHEN, S. C.; KOHN, A. New data on species of *Demidospermus* (Dactylogyridae: Monogenea) parasitizing fishes from the reservoir of the Itaipu Hydroelectric Power Station, Parana State, Brazil, with new synonymies. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.17, p. 167-170, 2008.
- COHEN, S. C.; JUSTO, M.C.N.; KOHN, A. **South American Monogeneoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles**. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 2013. 663p.
- EIRAS, J.C., TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2.ed. Maringá: Eduem, 2006. 199 p.
- FERRARI-HOEINGHAUS, A.P.; BELLAY, S.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. A new species of *Demidospermus* Suriano, 1983 (Monogenea, Dactylogyridae) parasitic on *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker et Nijssen (Loricariidae, Siluriformes) from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 55, p. 16-19, 2010.
- FRANÇA, J.G.; ISAAC, A.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Dactylogyridae (Monogenea) from the gills of *Iheringichthys labrosus* (Osteichthyes: Pimelodidae)

- from the upper Paraná River floodplain, Brasil, with the proposal of *Pseudovancleaveus* n. g. **Systematic Parasitology**, v 54, p. 25-31, 2003.
- FROESE, R.; PAULY, D. FishBase. Disponível em: <http://www.fishbase.org>. Acesso em: Dez. 2014.
- GUTIÉRREZ, P.A.; SURIANO, D.M. Ancyrocephalids of the genus *Demidospermus* Suriano, 1983 (Monogenea) parasites from siluriform fishes in Argentina, with descriptions of three new species. **Acta Parasitologica**, v.37, p. 169-172, 1992.
- KRITSKY, D. C.; GUTIÉRREZ, P. A. Neotropical Monogenoidea. 34. Species of *Demidospermus* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) from the gills of pimelodids (Teleostei, Siluriformes) in Argentina. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v 65, p. 147-159, 1998.
- KRITSKY, D. C.; THATCHER, V.E.; BOEGER, W.A. Neotropical Monogenea. 10. *Omothecium*, new genus (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) and two new species from the Piranambu, *Pinirampus pirinampu* (Spix), (Siluriformes), in Brasil. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v.100: p. 8-12, 1987.
- MARCOTEGUI, P. S.; MARTORELLI, S. R. A new species of *Demidospermus* (Platyhelminthes, Monogenea, Ancyrocephalidae) from the catfish *Parapimelodus valenciennis* in Samborombón Bay, Argentina. **Acta Parasitologica**, v. 56, p. 116-121, 2011.
- MENDOZA-FRANCO, E. F.; SCHOLZ, T. New dactylogyrids (Monogenea) parasitizing the gills of catfishes (Siluriformes) from the Amazon River Basin in Peru. **The Journal of Parasitology**, v. 95, p. 865-870, 2009.
- MENDOZA-PALMERO, C.A.; BLASCO-COSTA, I.; SCHOLZ T Molecular phylogeny of Neotropical monogeneans (Platyhelminthes: Monogenea) from catfishes (Siluriformes). **Parasites & Vectors**, v.8, p. 1-11, 2015.
- MENDOZA-PALMERO, C.A.; SCHOLZ, T. New species of *Demidospermus* (Monogenea: Dactylogyridae) of pimelodid catfish (Siluriformes) from Peruvian Amazonia and the reassignment of *Urocleidoides lebedevi* Kritsky and Thatcher, 1976. **The Journal of Parasitology**, v. 97, p. 586-592, 2011.

- MENDOZA-PALMERO, C.A.; SCHOLZ T; MENDOZA-FRANCO, E. F.; KUCHTA R
New Species and Geographical Records of Dactylogyrids (Monogenea) of Catfish
(Siluriformes) from the Peruvian Amazonia. **The Journal of Parasitology**, v. 98, p.
484-497, 2012.
- MONTEIRO, C. M.; KRITSKY, D. C.; BRASIL-SATO, M. C. Neotropical Monogenoidea
55. Dactylogyrids parasitizing the pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède
(Actinopterygii: Pimelodidae) from the Rio São Francisco, Brasil. **Systematic
Parasitology**, v. 76, p. 179-190, 2010.
- MONTOYA-BURGOS, J. I. Historical biogeography of the catfish genus *Hypostomus*
(Siluriformes: Loricariidae), with implications on the diversification of Neotropical
ichthyofauna. **Molecular Ecology**, v. 12, p.1855–1867, 2003.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 4^a ed. New York: John Wiley & Sons, 2006. 601p.
- REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS-JR., C.J. (Orgs.). **Check list of the
freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.
729p.
- REIS, R.E.; WEBER, C.; MALABARBA, L.R. Review of the genus *Hypostomus*
Lacépède, 1803 from southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces,
Siluriformes, Loricariidae). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 97, p. 729-766, 1990.
- SURIANO, D.M. *Demidospermus anus* gen. nov. sp. nov. (Monogenea: Ancyrocephalinae)
parásita branquial de *Loricaria* (L.) *anus* Valenciennes, 1840 (Pisces: Loricariidae) de
la laguna de Chascomús, provincia de Buenos Aires, República Argentina.
Neotropica, v. 29, p.111-119, 1983.
- SURIANO, D.M.; INCORVAIA, S. Ancyrocephalid (Monogenea) parasites from
siluriform fishes from the Paranean-Platanian ichthyogeographical province in
Argentina. **Acta Parasitologica**, v. 40, p. 113-124, 1995
- TAVERNARI, F.C.; TAKEMOTO, R.M.; LACERDA, A.C.F.; PAVANELLI, G.C. A new
species of *Demidospermus* Suriano, 1983 (Monogenea) parasite of gills of
Auchenipterus osteomystax (Auchenipteridae), from the upper Paraná river floodplain,
Brasil. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 32, p. 79-81, 2010.

THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2^a ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. 509p.

WEBER, C. Subfamily Hypostominae (Armored catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Eds.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre, Edipurcs, 2003. p. 351-372.

Considerações finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como exposto, o rio Sapucaí-Mirim, por apresentar fortes corredeiras e pequenas cachoeiras tem sido alvo da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Do ponto de vista ambiental, pouco ainda se conhece sobre os possíveis impactos que este tipo de empreendimento pode causar, uma vez que, a maioria dos que estão em operação não foram submetidos ao processo de licenciamento ambiental, tampouco por qualquer tipo de monitoramento ambiental, como exigido atualmente (SÃO PAULO, 2004).

Mudanças nas características hídricas deste rio como resultado da construção destes empreendimentos, tem ameaçado a diversidade de peixes local, sobretudo de peixes da família Loricariidae, e, conseqüentemente, de seus parasitas. Peixes desta família são foco de poucos estudos, principalmente devido a sua complexidade morfológica e sistemática, e por isso, informações sobre seus aspectos biológicos, distribuição geográfica e parasitismo são escassos.

O presente trabalho foi desenvolvido paralelamente às atividades de monitoramento ambiental exigidos para licença ambiental de instalação das PCHs avaliadas. Durante as coletas, foram registradas ao menos duas novas espécies de peixes do gênero *Hypostomus* (uma delas apresentada no presente estudo, ambas em fase de descrição taxonômica e molecular), além de novas espécies de parasitas monogenéticos, sendo sete novas espécies apresentadas neste estudo (uma delas descrita no Artigo 3), e outras doze, parasitas de Characiformes e Siluriformes apresentada em outra tese, em fase de finalização (ZAGO, 2016). Desta forma, fica evidente a necessidade de estudos mais específicos nestes ambientes artificiais, que envolvam levantamento da diversidade e monitoramento das comunidades, principalmente, dos grupos mais ameaçados pelas alterações, como peixes e seus respectivos parasitas.

No presente estudo, o fator ecológico que mais contribuiu para a variação da estrutura espacial das infracomunidades de parasitas de loricarídeos foi a distribuição destes hospedeiros nos reservatórios avaliados. Enquanto que, a fatores intrínsecos dos hospedeiros como a proximidade filogenética, influenciou, sobretudo, a composição das comunidades. Este último fator foi representado principalmente, pelo claro compartilhamento de espécies de parasitas entre os hospedeiros (principalmente, entre

espécies de *Hypostomus*), indicando possível sobreposição de nicho e semelhanças quanto a suscetibilidade de infecção, e pela ocorrência de parasitas com especificidade pelo hospedeiro, como alguns monogenéticos. Observou-se ainda, a influência da complexidade estrutural da área de amostragem dos hospedeiros como fator determinante para a ocorrência de parasitas de ciclo heteroxeno (digenéticos). Este fato enfatiza a importância de medidas mitigadoras, tais como, a manutenção de mata ciliar e o reflorestamento nas margens dos reservatórios.

Assim, a análise de parasitas pode então ser considerada um importante instrumento de avaliação da biodiversidade, oferecendo informações para maior compreensão da biologia do hospedeiro bem como da relação parasita-hospedeiro-ambiente (GALLI et al., 2001; MADI; UETA, 2012). Pesquisas que envolvam o monitoramento dos reservatórios a longo prazo, utilizando ferramentas refinadas, como o uso de organismos como bioindicadores, são iniciativas promissoras que podem auxiliar nas decisões e medidas por parte dos órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento destes empreendimentos, bem como estudos de conservação. No entanto, estes trabalhos devem ser conduzidos por profissionais especializados, incluindo taxonomistas, ecólogos e sistematas, com intuito de reduzir-se os erros durante as análises, identificação e amostragem, garantindo maior credibilidade aos resultados observados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GALLI, P.; CROSA, G.; MARINIELLO, L.; ORTIS, M.; D'AMELIO, S. Water quality as a determinant of the composition of fish parasites communities. **Hydrobiologia**, v. 452, p.173-179, 2001
- MADI, R. R., M. T. UETA. Parasitas de peixes como indicadores ambientais. In: SILVA-SOUZA, A.T.; M. A. P.; LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M. (Eds.). **Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos**. Maringá: Massoni, 2012. p 33-58.
- SÃO PAULO. Comissão de Serviços Públicos de Energia Elétrica. **Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo**. 2.ed., São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004.
- ZAGO, A.C. **Biodiversidade de parasitas de peixes provenientes do rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil**. [s.f.] Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2016.