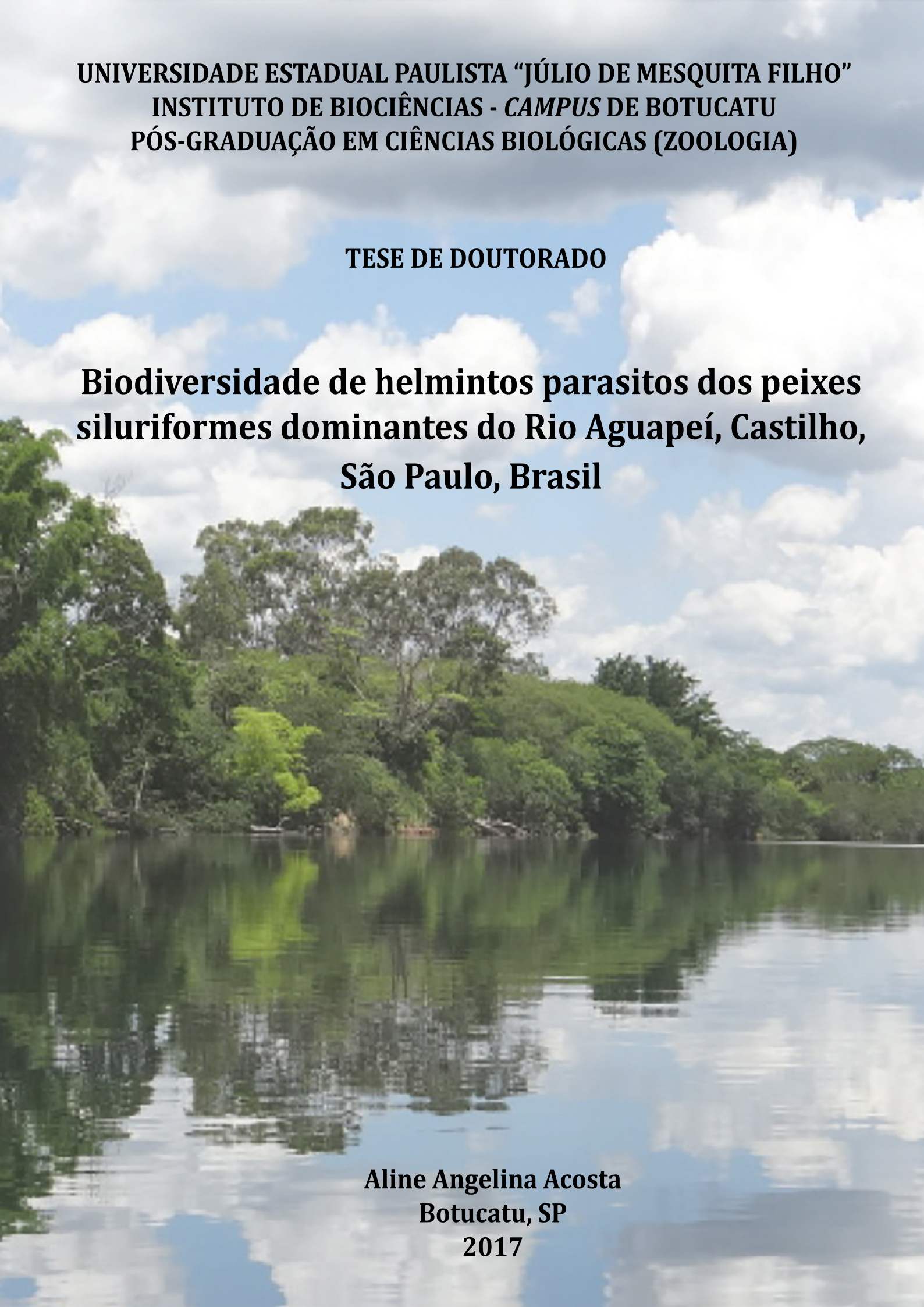


RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 20/02/2019.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - *CAMPUS* DE BOTUCATU
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)**

TESE DE DOUTORADO

**Biodiversidade de helmintos parasitos dos peixes
siluriformes dominantes do Rio Aguapeí, Castilho,
São Paulo, Brasil**

**Aline Angelina Acosta
Botucatu, SP
2017**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - *CAMPUS* DE BOTUCATU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

**Biodiversidade de helmintos parasitos dos peixes
siluriformes dominantes do Rio Aguapeí, Castilho, São
Paulo, Brasil**

Aline Angelina Acosta

Orientador: Prof. Tit. 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
2017

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

Acosta, Aline Angelina.

Biodiversidade de helmintos parasitos dos peixes
siluriformes dominantes do Rio Aguapeí, Castilho, São
Paulo, Brasil / Aline Angelina Acosta. - Botucatu, 2017

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

Orientador: Reinaldo José da Silva
Capes: 20400004

1. Bagre (Peixe). 2. Biodiversidade. 3. Parasito.
4. Peixes. 5. Taxonomia numérica. 6. Aguapeí, Rio (SP).

Palavras-chave: Biodiversidade; Parasitos; Peixes;
Siluriformes; Taxonomia.

“The river may be wide, but it can always be crossed”
African Proverb

Agradecimentos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força, coragem e perseverança ao longo destes quatro anos.

Aos meus pais, Ana Luiza e Amilton, meus tios Ernesto, Patrícia, Adriane e Marcos por me apoiarem em minhas decisões e guiar meus passos sempre que preciso. Aos meus irmãos, que me fazem lembrar todos os dias da pessoa que quero ser para eles, e a buscar essa pessoa com sabedoria e determinação. A minha família de coração, Lou, Pawel e Nya, por terem me acolhido em suas vidas há oito anos e por ainda fazerem questão de me manter nelas. Ao Vanderlei por ter me acompanhado e apoiado nestes quatro anos.

Ao professor Reinaldo pelos seis anos de orientação, período o qual pude crescer profissionalmente e pessoalmente graças ao seu apoio, paciência e ensinamentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, (2012/22895–7/2015/22382–8) pelo apoio científico e financeiro. A Companhia Energética de São Paulo – CESP, pelo apoio logístico nos trabalhos de campo. Aos pescadores Gilberto, Silvio e Hércules pelo apoio fundamental nas coletas.

Aos colegas e funcionários do Departamento de Parasitologia. Aos colegas e amigos do Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres (LAPAS) que alegam os meus dias de trabalho. Agradeço especialmente a colaboração e amizade de Maria Isabel, Fábio, Priscilla, Lidianne Franceschini e Aline Zago, e aos “lapianos” presentes e ausentes Érica, Lidi, Drausio, Mariana, Rodrigo, Alison, Gislayne, Heleno e Jaciara.

Ao Tomáš Scholz por ter me acolhido em seu laboratório e ter me dado a oportunidade de crescer e expandir meus horizontes na taxonomia e sistemática, e pelo seu apoio e ajuda durante minha estadia em seu laboratório. Aos funcionários e colegas do Laboratory of Helminthology do Institute of Parasitology, Biology Center, Czech Academy of Science (IPCAS). Agradeço especialmente ao Philippe pela sua indispensável ajuda e colaboração enquanto estive no IPCAS, também a Simona, Mirka, David e família, Jesus, Camila, Honza, Roman, Aneta, Martina, Blanka, pela ajuda e companhia durante minha estadia. A Isabel Blasco-Costa por ter me acolhido no Muséum d'histoire naturelle (MHN), e em sua casa e principalmente pelos ensinamentos de filogenia.

Finalmente, agradeço àqueles que fizeram e fazem de Botucatu um lugar feliz e que se tornaram minha família: Mariana, Priscila, Jamile, Bel, Jairon, Dani, Pomba, Isabela, Naná, Katharinne e Marciano.

Sumário

Resumo	1
Abstract	3
1. Introdução geral	5
1.1. Parasitos e a biodiversidade	6
1.2. Parasitos de peixe como indicadores de impacto ambiental	7
1.3. Monogeneas da região Neotropical: diversidade e estudos filogenéticos de dactilogirídeos de siluriformes	8
1.4. Área de estudo	9
1.5. Hospedeiros investigados	10
1.6. Referências	14
2. Objetivos	19
2.1. Objetivo geral	20
2.2. Objetivos específicos	20
3. Helminth parasites of eight siluriform species from the Aguapeí River, Upper Paraná river basin, São Paulo State, Brazil	22
Abstract	23
3.1. Introduction	24
3.2. Materials and Methods	26
3.3. Results	29
3.4. Discussion	108
3.5. References	126
4. Added resolution to circumscription of some gill monogeneans species (Dactylogyridae) of Neotropical catfishes including description of a new <i>Demidospermus</i> species and erection of a new genus	139
Abstract	140
4.1. Introduction	141

4.2. Materials and Methods	142
4.3. Results	152
4.4. Discussion	165
4.5. References	167
 5. A synoptic review of <i>Heteropriapulus</i> spp. (Monogenea: Dactylogyridae) from loricariid catfishes in South America including description of five new species and first molecular phylogeny	172
Abstract	173
5.1. Introduction	174
5.2. Materials and Methods	176
5.3. Results	180
5.4. Discussion	200
5.5. References	201
 6. <i>Spinitectus aguapeiensis</i> n. sp. (Nematoda: Cystidicolidae) from <i>Pimelodella avanhandavae</i> (Siluriformes: Heptapteridae) in the Aguapeí River, Upper Paraná River basin, Brazil	209
Abstract	210
6.1. Introduction	211
6.2. Materials and Methods	212
6.3. Results	212
6.4. Remarks	217
6.5. References	218
 7. Considerações finais	221

Resumo

Peixes da ordem Siluriformes, conhecidos como bagres ou catfishes, apresentam distribuição mundial com mais de 2.800 espécies reconhecidas. Aproximadamente 1.700 espécies são encontradas nas Américas, principalmente na região Neotropical. Apesar desta alta diversidade, abundância e importância econômica, tanto como alimento e ornamental, dos siluriformes, o conhecimento sobre seus helmintos parasitos é fragmentado e insuficiente. Oito espécies de siluriformes (*Pterodoras granulosus*, *Trachydoras paraguayensis*, *Pimelodella avanhandavae*, *Loricariichthys platymetopon*, *Pterygoplichthys ambrosettii*, *Rhinelepis aspera*, *Hemisorubim platyrhynchos* e *Sorubim lima*) do rio Aguapeí, bacia do alto rio Paraná, município de Castilho, São Paulo, Brasil, foram investigados quanto a sua fauna de helmintos parasitos. Cinquenta e quatro *taxa* de helmintos parasitos foram encontrados: 25 monogeneas, 15 digenéticos, 11 nematoides e três cestoides. Com base em novos dados moleculares (13 novas sequências de rDNA 28S de dactilogirídeos) e morfológicos, é proposta uma revisão da diagnose do gênero *Demidospermus* com descrição de uma nova espécie, também é proposto um novo gênero de dactilogirídeo com uma descrição de espécie nova, e discute-se sobre a questão do posicionamento de gênero de algumas outras espécies cujos dados moleculares estão disponíveis. O gênero *Heteropriapulus* é revisado, com descrição de cinco novas espécies de loricarídeos, e ainda dados moleculares preliminares (sequências de rDNA 28S) são apresentadas para três *taxa* incluindo a espécie tipo *Heteropriapulus heterotylus*. Uma nova espécie de nematoide do gênero *Spinitectus* é descrita com base em observações morfológicas. *Spinitectus aguapeiensis* n. sp. é o primeiro registro de uma nova espécie para o siluriforme *Pimelodella avanhandavae*, o quarto registro desta espécie na bacia do Alto Paraná e a sexta espécie do gênero descrita para América do Sul. Apresentando novos registros de hospedeiros, novos registros de localidade, e possíveis novas espécies para a ciência, o inventário da helmintofauna destas espécies de hospedeiros aumentou consideravelmente o conhecimento da vasta e ainda desconhecida diversidade de parasitos de peixes siluriformes da região Neotropical.

Palavras-chave: Bacia do rio Alto Paraná, bagres, morfologia, filogenia, Dactylogyridae, diversidade.

Abstract

Fishes of the order Siluriformes, known as catfishes, have a worldwide distribution with more than 2,800 recognized species. Approximately 1,700 species are found in America, mainly in the Neotropical region. Despite being highly diverse, abundant, and of economic importance as food and ornamental fishes, the knowledge about their helminth parasites is fragmentary and insufficient. Eight species of catfishes (*Pterodoras granulosus*, *Trachydoras paraguayensis*, *Pimelodella avanhandavae*, *Loricariichthys platymetopon*, *Pterygoplichthys ambrosettii*, *Rhinelepis aspera*, *Hemisorubim platyrhynchos*, and *Sorubim lima*) from the Aguapeí River, Upper Paraná River basin, municipality of Castilho, São Paulo State, Brazil, were surveyed for helminth parasites. Fifty-four helminth parasite taxa were found: 25 monogeneans, 15 digeneans, 11 nematodes, and three cestodes. Based on new molecular (13 new dactylogyrids sequences of the 28S rDNA) and morphological data, a diagnosis amendment of the dactylogyrid genus *Demidospermus* (with a new species description) is proposed, a new dactylogyrid genus is erected with description of a new species is also proposed, and generic assignment of unidentified taxa for which molecular data are available is briefly discussed. The dactylogyrid genus *Heteropriapulus* is reviewed, five newly described species from loricariids are described, and also first molecular data (partial sequences of the 28S rRNA gene) are provided for three taxa including the type species *Heteropriapulus heterotylus*. A new nematode species of *Spinitectus* is described based on morphological observations. *Spinitectus aguapeiensis* n. sp. is the first record of a nematode species in *Pimelodella avanhandavae*, the fourth record of this genus in the Paraná River basin, and the sixth species of this genus in South America. By providing new host records, new geographical records, and putative new species to science, the survey of the helminthfauna of these host species has considerably increased the knowledge on the vast and far to be known diversity of Neotropical siluriform fish parasites.

Key-words: Upper Paraná river basin, catfishes, morphology, phylogeny, Dactylogyridae, diversity.

1. Introdução geral¹

1.1. Parasitos e a biodiversidade

A diversidade biológica, a despeito da sua notória complexidade científica, foi definida pela Convenção sobre Diversidade Biológica, adotada em 1992, por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, como: “A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”. Segundo Boero (2010) a diversidade biológica está intrinsecamente associada à identificação dos seres vivos, através da taxonomia, uma vez que o conhecimento das espécies biológicas define o grau de sua diversidade.

Os parasitos têm sido reconhecidos como importante parte da biodiversidade global. Considerando-se o papel dos parasitos nos ecossistemas naturais, é de extrema importância identificar pontos de acesso de alta e baixa diversidade parasitária a fim de compreender o funcionamento da biosfera. Assim, a biodiversidade de parasitos pode ser muito importante já que o parasitismo possui papel chave nos ecossistemas, como regular a abundância ou densidade das populações de hospedeiros, estabilizar cadeias tróficas e estruturar comunidades animais (POULIN e MORAND, 2004; LUQUE e POULIN, 2007). Um dos principais passos a ser tomado para conservação da biodiversidade é a realização de inventários, no entanto, os parasitos foram incorporados em avaliações de biodiversidade apenas recentemente. Logo, a fauna parasitária de grandes áreas tem sido um componente extremamente subestimados da biodiversidade mesmo reconhecendo-se que os parasitos representam uma grande fração desta biodiversidade total do planeta (ANON, 2000; POULIN e MORAND, 2004; LUQUE e POULIN, 2007; DOBSON et al., 2008; LAFFERTY, 2012; POULIN, 2014).

Mais de 6.000 espécies de peixes de água doce são reconhecidas na América do Sul (REIS, 2013), assim espera-se também uma grande diversidade de parasitos de peixes para esta região. Neste contexto, estudos de parasitos de peixes na América do Sul é de

¹ Esta seção foi elaborada de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT/NBR 6023, e citações de acordo com ABNT/NBR 10520.

grande relevância para que se possa compreender os papéis chave destes no ecossistema assim como para desenvolver melhores medidas de conservação da biodiversidade. Este conhecimento também pode ser relevante para outras áreas, como impacto do parasitismo em pisciculturas e zoonoses transmitidas por parasitos de peixe (LUQUE et al., 2016).

Menos de 10% do total de espécies de peixe conhecidas na América do Sul tiveram sua fauna parasitária investigada. Assim, mais estudos possibilitariam a criação de mais base de dados a fim de que se teste com consistência, diferentes hipóteses sobre biodiversidade e distribuição de espécies de helmintos parasitos em peixes Neotropicais (LUQUE e POULIN, 2007; LUQUE et al., 2016).

1.2. Parasitos de peixe como indicadores de impacto ambiental

Os parasitos podem indicar alguns aspectos da biologia de seus hospedeiros, como dieta, migração, recrutamento, desagregação de população e filogenia. Alterações na biodiversidade de comunidades parasitárias podem ser utilizadas como indicadoras da saúde de sistemas ecológicos já que estas refletem impactos ambientais mediante suas respostas às alterações no hábitat, como mudança na fisiologia, composição química e prevalência ou intensidade (VIDAL-MARTÍNEZ et al., 2010; MADI e UETA, 2012). Assim, muitos estudos têm sido realizados na América Latina a respeito do uso de parasitos de peixe como bioindicadores de impactos ambientais (VIDAL-MARTÍNEZ e WUNDERLICH, 2016).

Monogeneas ectoparasitos de peixes estão em contato direto com o ambiente, logo são mais sensíveis a qualquer mudança nos parâmetros das águas (NACHEV, 2010; BAYOUMY et al., 2008). Devido a este fato, estudos têm sido realizados utilizando monogeneas como biomarcadores em diferentes aspectos, como: avaliar efeitos da exposição a altas concentrações de efluentes, efeito do ciclo hidrológico de seca e cheia, acumuladores de metais pesados, efeito de reservatórios com diferentes características tróficas e efeitos do represamento em um ambiente natural (SIDDAL et al., 1997; VITAL, 2008; BAYOUMY et al., 2008; MADI e UETA, 2009; ACOSTA et al., 2013).

1.3. Monogeneas da região Neotropical: diversidade e estudos filogenéticos de dactilogirídeos de siluriformes

A classe Monogenea pertence ao filo Platyhelminthes e inclui em sua maioria ectoparasitos e ocasionalmente endoparasitos, com especificidade de hospedeiros vertebrados aquáticos (peixes), e podem ser também encontrados em anfíbios, répteis, e, pelo menos uma espécie, em mamíferos. Nos peixes são encontrados nas brânquias, pele, cavidade nasal, ureteres e alguns nos dutos intestinais. Em anfíbios e répteis podem estar na boca, cloaca e bexiga urinária. Em mamíferos, existem apenas registro de uma espécie, *Oculotrema hippopotami* Stunkard, 1924 (Polystomatidae), parasitando hipopótamos. Em invertebrados, foram relatados em lula e copépodes (RUPERT et al., 2005; THATCHER, 2006). A classe monogenea é monofilética, e seus membros são divididos em duas subclasses: Polyopisthocotylea e Monopisthocotylea. Indivíduos do grupo Polyopisthocotylea se alimentam de sangue enquanto que os Monopisthocotylea se alimentam de células epiteliais e muco. Membros da família Dactylogyridae pertencem a subclasse Monopisthocotylea (BUCHMANN e BRESCIANI, 2006; BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Uma análise de dados de todos os registros de helmintos parasitos de peixes na América do Sul demonstrou que Monogenea representa o grupo mais diverso com 835 espécies registradas de diferentes países e 1133 associações parasito-hospedeiro (LUQUE et al. 2016). Takemoto et al. (2009) analisou dados de helmintos parasitos de 72 espécies de peixes coletadas durante sete anos na bacia do Alto do Paraná e neste estudo a classe Monogenea foi o grupo que apresentou o maior número de espécies. Membros da família Dactylogyridae representam os *taxa* mais abundantes nos ambientes aquáticos continentais na América do Sul (THATCHER, 2006). Neste contexto, a fauna global de monogeneas da família Dactylogyridae parasitos de siluriformes é bastante diversa, com cerca de 380 espécies pertencentes a 31 gêneros, e quase metade destes gêneros e cerca de 80 espécies estão distribuídas na região Neotropical (COHEN et al., 2013; BRAGA et al., 2014; BRANCHES e DOMINGUES, 2014; MENDOZA-PALMERO et al., 2015).

Apesar dessa grande diversidade de dactilogirídeos parasitando peixes siluriformes na região Neotropical, até o momento somente o estudo de Mendoza-Palmero et al. (2015) analisou as relações filogenéticas destas monogeneas, com o objetivo de reconstruir a história evolutiva destes parasitos baseados em sequências parciais de 28S large subunit rDNA (LSU) e baseado nos resultados, estes autores

sugerem a hipótese de que monogeneas parasitos de peixes siluriformes podem representar um grupo independente dentro de Dactylogyridae.

1.4. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no Rio Aguapeí, na porção localizada na Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN) Foz do rio Aguapeí. Esta RPPN foi instaurada em 2006 pela Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP), como condicionante da mitigação dos impactos da usina Hidrelétrica de Três Irmãos e também para fins de conservação da biodiversidade local (SMA-SP, 2013). A reserva é banhada pelo rio Aguapeí e compreende os municípios de Paulicéia, Castilho e São João do Pau d'Alho, Noroeste Paulista. Esta unidade de conservação encontra-se nos domínios fito-ambientais Mata Atlântica e Cerrado, e é caracterizada por uma fauna adaptada aos ciclos hidrológicos de cheia e seca bem definidos da região. Esse ecossistema possui grande semelhança com o Pantanal Sul-Mato-Grossense, por estar periodicamente inundado. Esse processo está associado ao regime hidrológico, que provoca a expansão, contração e fragmentação dos sistemas aquáticos, além de interferir no grau de conectividade entre as partes do sistema (RODRIGUES et al., 2005). Durante a inundação, os sistemas aquáticos expandem suas áreas, inundando porções da planície e assim estabelecem ligações entre o rio e planície, rio e lagoa, lagoa e planície, bem como a troca de organismos entre os ambientes (NEIFF, 1996). A fauna silvestre da região da RPPN Foz do Rio Aguapeí é bastante diversa com muitas espécies de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes (CESP, 2014; MATSUNAKA et al., 2014).

O Rio Aguapeí (Figuras 1 e 2) pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 (UGRHI 20), de acordo com a divisão do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. A UGRHI do Rio Aguapeí possui área de drenagem de 13.196 Km², limitando-se ao Norte com a Bacia do Rio Tietê, a Oeste com o Estado do Mato Grosso do Sul, tendo como divisa o Rio Paraná, a Leste é limitado pela Serra dos Agudos e ao Sul encontra-se com a Bacia do Rio do Peixe. É formada pelo Rio Feio, que nasce a uma altitude de 600 metros, entre as cidades de Gália e Presidente Alves, e pelo Rio Tibiriçá, que nasce a uma altitude de 480 metros, junto à cidade de Garça. A bacia possui extensão aproximada de 420 Km até sua foz no Rio Paraná, a uma altitude de 260 metros, entre o Porto Labirinto e o Porto Independência. Os principais afluentes da margem esquerda do Rio Aguapeí são o Rio Tibiriçá e o Córrego Sete de Setembro e os da margem direita são os Ribeirões Claro e Grande. O

Rio Aguapeí apresenta 857 km² de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 6,5% da área da UGRHI. As categorias de maior ocorrência são Floresta Estacional Semidecidual e Formação Arbórea/Arbustiva em Região de Várzea. Possui a floresta ciliar mais preservada e contínua na paisagem de sua bacia hidrográfica, porém apresenta alguns trechos fragmentados com presença de gado até as margens do rio (PORTAL SIGRH, 2016).

Dados dos levantamentos ictiofaunísticos do rio Aguapeí presentes nos planos de manejo do Parque Estadual do Aguapeí mostram predominância das ordens Siluriformes e Characiformes. Levantamentos realizados em 2008 no rio Aguapeí registraram para a ordem Characiformes 10 famílias com 35 espécies e para a ordem Siluriformes 9 famílias com 22 espécies (SMA-SP, 2012). No entanto, levantamentos de 2011 e 2012 mostraram dominância da ordem Siluriformes em número de espécies, representando 45,2% da ictiofauna (VILELA et al., 2015). Apesar desta considerável diversidade de peixes siluriformes, somente duas espécies, *Auchenipterus osteomystax* (Miranda Ribeiro, 1918) e *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), tiveram recentemente sua fauna de helmintos parasitos investigada (YAMADA et al., 2017). Para espécies de peixes de outras ordens no rio Aguapeí ainda não há nenhum estudo de helmintos parasitos.

1.5. Hospedeiros investigados

Dentre os organismos vivos conhecidos cerca de 28.000 são peixes (NELSON, 2006), riqueza esta que também é refletida em diversidade morfológica e ecológica (LANGEANI et al., 2007). Grande parte desta riqueza encontra-se em águas tropicais, especialmente na região Neotropical, onde pode-se encontrar mais de 6.000 espécies incluindo espécies válidas e as que são reconhecidas, porém não descritas (LOWE-MCCONNELL, 1999; REIS et al., 2003; REIS, 2013). A América do Sul compreende a maior parte desta diversidade na bacia Amazônica e do Paraná. A bacia do Alto do Paraná possui registro de 310 espécies de peixe, com 11 ordens e 38 famílias, das quais a maior riqueza é encontrada em Siluriformes e Characiformes, representando 80% das espécies dos grupos dominantes (LANGEANI et al., 2007).

A ordem Siluriformes é um grupo monofilético com mais de 2800 espécies com distribuição cosmopolita, agrupadas em 35 famílias e 446 gêneros cujos membros são popularmente conhecidos como “bagres” e “catfishes” (NELSON, 2006). Aproximadamente 1.700 espécies, descritas e não descritas, ocorrem na América e sua maioria encontra-se na região Neotropical (ALBERT e REIS, 2011). Peixes siluriformes

são amplamente apreciados por aquaristas, além disso muitas espécies de grande porte são utilizadas para consumo. Mesmo sendo um grupo bastante diverso e de importância econômica, menos de 10% das espécies de siluriformes na região Neotropical tiveram sua fauna de helmintos parasitos analisadas (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006; LUQUE e POULIN, 2007; DE CHAMBRIER et al., 2014).

No rio Aguapeí, os siluriformes mais abundantes pertencem às famílias Doradidae Bleeker, 1858 – *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (n=59) e *Trachydoras paraguayensis* (Eigenmann & Ward, 1907) (n=70); Heptapteridae – *Pimelodella avanhandavae* Eigenmann, 1917 (n=40); Loricariidae Rafinesque, 1815 – *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker & Nijssen, 1979 (n=80), *Pterygoplichthys ambrosettii* (Holmberg, 1893) e *Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829 (n=30); e Pimelodidae Bonaparte, 1835 – *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (n=21) e *Sorubim lima* (n=25) (Bloch & Schneider, 1801). Consequentemente, foram as espécies avaliadas neste estudo quanto a sua fauna parasitária (Figura 3; Tabela I).

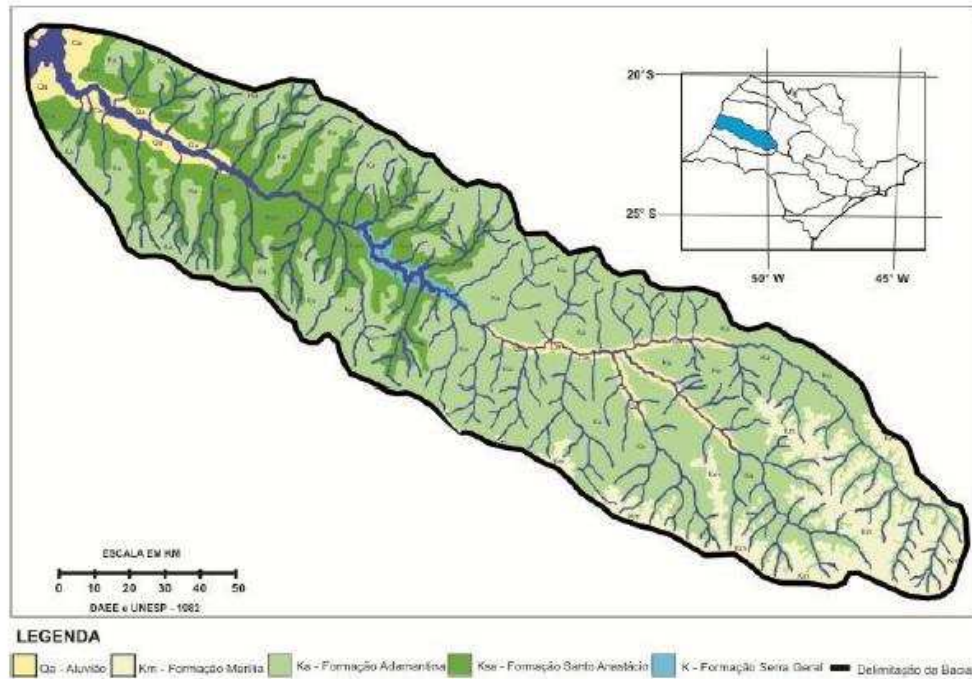


Figura 1. Mapa da bacia hidrográfica do rio Aguapeí (Fonte: Acervo do Saber/Unesp - https://edutec.unesp.br/publicador/index.php/conteudo/visualizar?pid=353&Conteudo_page=5).



Figura 2. Rio Aguapeí, localizado na RPPN Foz do Rio Aguapeí, município de Castilho, São Paulo, Brasil.

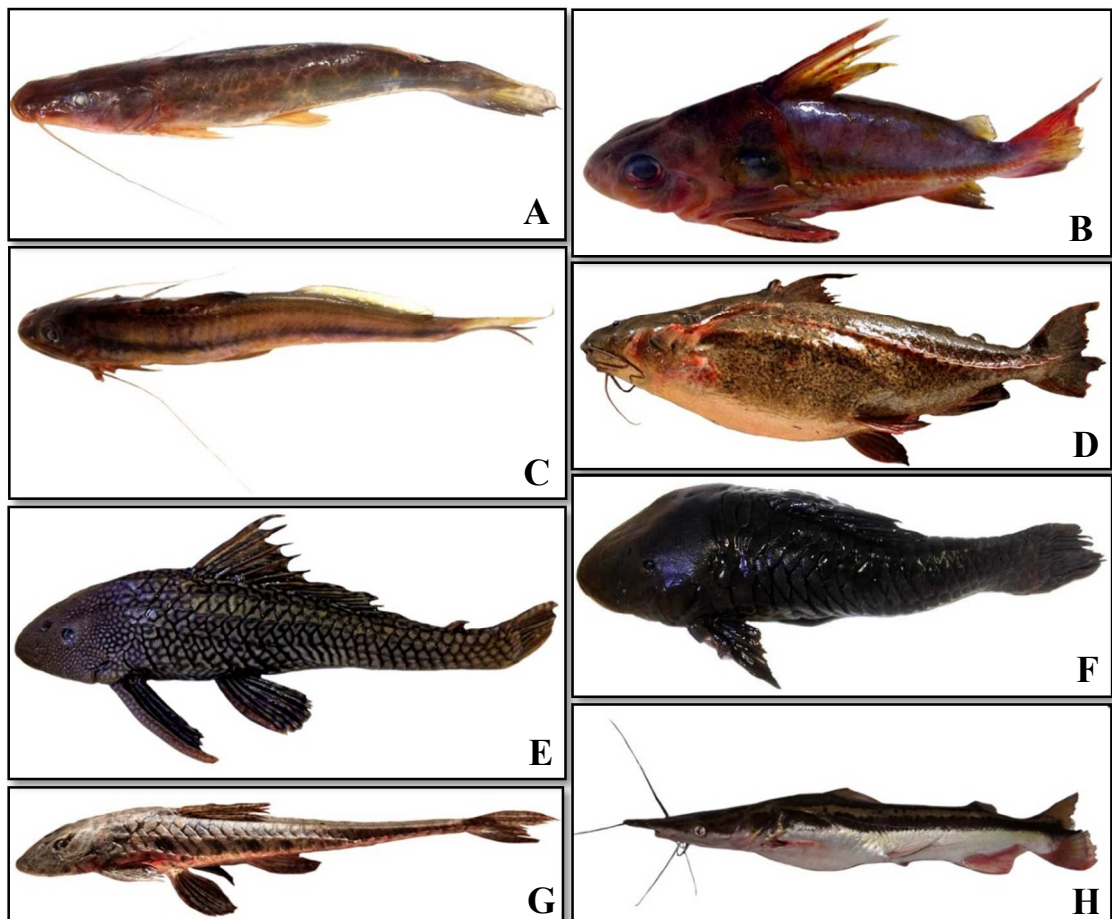


Figura 3. Espécies de peixes coletados do Rio Aguapeí, RPPN Foz do Rio Aguapeí, município de Castilho, São Paulo, Brasil. (A) *Hemisorubim platyrhynchos*; (B) *Trachydoras paraguayensis*; (C) - *Pimelodella avanhandavae*; (D) *Pterodoras granulosus*; (E) *Pterygoplichthys ambrosettii* (F) *Rhinelepis aspera*; (G) *Loricariichthys platymetopon*; e (H) *Sorubim lima*.

Tabela 1. Dados biométricos dos exemplares das oito espécies de peixes analisados neste estudo do rio Aguapeí, bacia do Alto Paraná, município de Castilho, São Paulo, Brasil. Comprimento padrão em centímetros e peso em gramas. Valores mostrados como média $\pm$ desvio padrão (mínimo – máximo).

Hospedeiro	Comprimento padrão	Peso
Doradidae		
<i>Pterodoras granulosus</i>	30,4 $\pm$ 8 (7,3–64)	740 $\pm$ 870,2 (9,2–5500)
<i>Trachydoras paraguayensis</i>	9,5 $\pm$ 1 (6,2–11,5)	30 $\pm$ 9 (15,9–51,6)
Heptapteridae		
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	12,4 $\pm$ 2,4 (9–17,5)	23,5 $\pm$ 15 (7,8–58,5)
Loricariidae		
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	23,4 $\pm$ 3,3 (14,3–28,7)	99,3 $\pm$ 38 (20,1–180)
<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i>	28,9 $\pm$ 4,6 (20,5–45)	492,3 $\pm$ 205,5 (191,5–1520)
<i>Rhinelepis aspera</i>	31,6 $\pm$ 3 (25–38)	881,5 $\pm$ 246,7 (466,5–1495)
Pimelodidae		
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	28,5 $\pm$ 3 (23–36,5)	310,8 $\pm$ 107,3 (141,4–641,4)
<i>Sorubim lima</i>	37,3 $\pm$ 6 (29,2–51,5)	489,7 $\pm$ 274,2 (190,4–1175)

1.6. Referências

- ACOSTA, A.A.; QUEIROZ, J.; BRANDÃO, H.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. Helminth of *Steindachnerina insculpta* in two distinct stretches of the Taquari River, state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, n. 4, p. 539-547, 2013.
- ALBERT, J.S.; REIS, R.E. Introduction of Neotropical Freshwater. In: ALBERT, J.S.; REIS, R.E. (Eds). **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes**. California: University of California Press, 1 ed., 2011. p. 3-19.
- ANON. **The Global Taxonomy Initiative: Using Systematic Inventories to Meet Country and Regional Needs**. The Center for Biodiversity and Conservation, American Museum of Natural History, New York.
- BAYOUMY, E.M.; OSMAN, H.A.M.; EL-BANA, L.F.; HASSANAIN, M.A. Monogenean Parasites as Bioindicators for Heavy Metals Status in Some Egyptian Red Sea Fishes. **Global Veterinaria**, v. 2, n. 3, p. 117-122, 2008.
- BRAGA, M.P.; ARAUJO, 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.

- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2007.
- BUCHMANN, K.; BRESCIANI, J. Monogenea (Phylum Platyhelminthes), v. 1. In: WOO, P. T. K. (Org.) **Fish Diseases and Disorders: Protozoan and Metazoan Infections**. 2. ed. Wallingford, Oxon: CABI Publishing, 2006. p. 294-341.
- BOERO, F. The study of species in the era of biodiversity: A tale of stupidity. **Diversity**, v. 2, p. 115-126, 2010.
- BRANCHES, B.; DOMINGUES, M.V. A new species of *Unilatus* (Platyhelminthes: Monogeneoidea) from the gills of *Leporacanthicus galaxias* Isbrücker et Nijssen (Siluriformes: Loricariidae) from Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 59, p. 91-97, 2014.
- CESP – Companhia Energética de São Paulo. **Unidades de conservação**. Disponível em: http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/MeioAmbiente_Conservacao_Texto?OpenDocument&Highlight=0,UNIDADES,DE,CONSERVA%C7%C3O,Unidades,De,Conserva%E7%E3o,unidades,de,conserva%E7%E3o. Acesso em: dez. 2016.
- COHEN, S.C.; JUSTO, M.C.N.; KOHN, A. **South American Monogeneoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2013. 663p.
- DE CHAMBRIER, A.; SCHOLZ, T.; KUCHTA, R. Taxonomic status of Woodland's enigmatic tapeworms (Cestoda: Proteocephalidea) from Amazonian catfishes: back to museum collections. **Systematic Parasitology**, v. 87, p. 1-19, 2014.
- DOBSON, A.P.; LAFFERTY, K.D.; KURIS, A.M.; HECHINGER, R. F.; JETZ, W. Homage to Linnaeus: how many parasites? How many hosts? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, p. 482-489, 2008.
- LAFFERTY, K.D. Biodiversity loss decreases parasite diversity: theory and patterns. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, p. 2814-2827, 2012.
- LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C.; OYAKAWA, O.T.; SHIBATTA, O.A.; PAVANELLI, C.S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Edusp, São Paulo: Edusp. 1999. 584p.

- LUQUE, J.L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, p. 865-78, 2007.
- LUQUE, J.L.; PEREIRA, F.B.; ALVES, P.V.; OLIVA, M.E.; TIMI, J.T. Helminth parasites of South American fishes: current status and characterization as a model for studies of biodiversity. **Journal of Helminthology**, pp. 1–15, 2016. DOI: 10.1017/S0022149X16000717
- 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.
- MATSUNAKA, A.M.; SANTOS, R.M.; POSSO, S.R. Abundância e riqueza da avifauna nos buritizais da RPPN Foz do rio Aguapeí, Paulicéia/SP. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 3, 2014, p. 42-55, 2014.
- MENDOZA-PALMERO, C.A.; BLASCO-COSTA, I.; SCHOLZ, T. Molecular phylogeny of Neotropical monogeneans (Platyhelminthes: Monogenea) from catfishes (Siluriformes). **Parasites and Vectors**, v. 8, p. 164, 2015.
- MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region**. Praga: Academia, 1998. 464p.
- NACHEV, M. **Bioindication capacity of fish parasites for the assessment of water quality in the Danube River**. 2010. Thesis. Germany: Universität Duisburg-Essen.
- NEIFF, J.J. Large rivers of South America: toward the new approach. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, n. 26, p. 167-180, 1996.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 2006. 601p.
- PORTAL SigRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixes**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhap/apresentacao>. Acesso em: Dez. 2016.
- POULIN, R. Parasite biodiversity revisited: frontiers and constraints. **International Journal for Parasitology**, v. 44, p. 581-589, 2014.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Washington: Smithsonian Books, 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. 729p.

- REIS, R.E. Conserving the freshwater fishes of South America. **International Zoo Yearbook**, v. 47, p. 67-70, 2013.
- RODRIGUES, M. T. The conservation of brazilian reptiles: challenges for a megadiverse country. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 659-664, 2005.
- RUPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva**. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – SMA. **Plano de Manejo – Parque Estadual do Aguapeí (Encarte 3)**. Disponível em: http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/planoManejo/PM_PEAguapei_parte_002.pdf. Acesso em: Dez. 2016.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – SMA. **Anuário das Reservas Particulares do Patrimônio Natural instituídas pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo, 2013. 84p.
- SIDDALL, R.; KOSKIVAARA, M.; VALTONEN, E.T. *Dactylogyrus* (Monogenea) infections on the gills of roach (*Rutilus rutilus* L.) experimentally exposed to pulp and paper mill effluent. **Parasitology**, v. 114, n. 5, p. 439-446, 1997.
- TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M.A.P.; LACERDA, A.C.F.; YAMADA, F.H.; MOREIRA, L.H.A.; Ceschini, T.L.; BELLAY, S. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 691-705, 2009.
- THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2.ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 2006. 509p.
- VIDAL-MARTÍNEZ, V.M.; PECH, D.; SURES, B.; PURUCKER, T.; POULIN, R. Can parasites really reveal environmental impact? **Trends in Parasitology**, v. 26, n. 1, p. 44-51, 2010.
- VIDAL-MARTÍNEZ, V.M.; WUNDERLICH, A.C. Parasite as bioindicator of environmental degradation in Latin America: A meta-analysis. **Journal of Helminthology**, 2016.
DOI: 10.1017/S0022149X16000432
- VILELA, M.J.; DUTRA, M.A.; MARQUES, H.; DIAS, J.H.P.; LANGEANI, F.; CARVALHO, F.R.; MARTINS, F.O. **Resultados parciais do inventário da ictiofauna do rio Aguapeí, na área da RPPN Foz do Aguapeí, São Paulo, Bacia do Alto Paraná**. XX Encontro Brasileiro de Ictiologia, Maringá, 2013.

- VITAL, J.F. **Diversidade de Parasitas de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes: Characidae) durante o ciclo hidrológico em um lago de várzea e seu potencial como indicadora de qualidade ambiental.** 51f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.
- YAMADA, P.O.F.; YAMADA, F.H.; SILVA, R.J.; ANJOS, L.A. Ecological implications of floods on the parasite communities of two freshwater catfish in a Neotropical floodplain. **Acta Parasitologica**, v. 62, n.2. DOI: 10.1515/ap-2017-00

Considerações finais

7. Considerações finais

Este estudo investigou os helmintos parasitos de 405 espécimes de oito espécies de peixes siluriformes do rio Aguapeí, bacia do rio Alto Paraná, município de Castilho, São Paulo, Brasil. Foram identificados 54 *taxa* de helmintos: 25 monogeneas – com 13 possíveis novas espécies, alguns novos registros de hospedeiros e novos registros de localidade; 15 digenéticos – alguns novos registros de hospedeiros e novos registros de localidade; 11 nematoides – uma espécie nova e poucos registros de novos hospedeiros; e três cestoides. Ainda, dados das relações ecológicas destes parasitos com seus hospedeiros foram apresentados. Foi realizado um estudo das relações filogenéticas de algumas espécies de dactilogirídeos com base em novos dados moleculares (13 novas sequências de 28S rDNA) e morfológicos: uma revisão da diagnose do gênero *Demidospermus* com descrição de uma nova espécie foi proposta; um novo gênero de dactilogirídeo com uma descrição de espécie também foi proposto; e foi discutido a respeito da questão do posicionamento de gênero de algumas outras espécies. Uma revisão do gênero *Heteropriapulus* foi realizado com descrição de cinco novas espécies encontrados nas brânquias de *Pterygoplychthys ambrosettii* e *Rhinelepis aspera* no qual também foi apresentado dados preliminares das relações filogenéticas de algumas espécies do gênero, incluindo a espécie tipo *Heteropriapulus heterotylus*. Ainda, uma nova espécie de *Spinitectus* é apresentada, com base em dados morfológicos. *Spinitectus aguapeiensis* n. sp. é o primeiro registro de uma nova espécie para *Pimelodella avanhandavae*, o quarto registro desta espécie na bacia do Alto Paraná e a sexta espécie do gênero descrita para América do Sul.

Com novos registros de hospedeiros e possíveis novas espécies, este estudo demonstrou que existe uma ampla diversidade de helmintos para os hospedeiros estudados do rio Aguapeí. Considerando-se que Siluriformes representa a ordem mais diversa deste rio, este estudo é apenas uma considerável pequena porção da real diversidade de parasitas que este ecossistema pode apresentar. Ainda, este estudo utilizou-se da ferramenta molecular aliada a morfologia para o grupo Monogenea, a fim de realizar trabalhos mais detalhados nas definições de gênero e espécies, e as relações filogenéticas deste grupo de helminto. Siluriformes é um grupo muito diverso e ainda existem muitas espécies desconhecidas, logo espera-se que há muito que se descobrir a respeito dos helmintos destes hospedeiros, especialmente em se tratando da evolução das suas interações hospedeiros-parasitos. Assim, estudos de biodiversidade envolvendo

análises filogenéticas e morfologia podem contribuir para o conhecimento da co-evolução destes hospedeiros e seus parasitos.