

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 25/02/2022.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

*Biodiversidade dos parasitas de peixes provenientes
do rio Sapucaí-Mirim
Estado de São Paulo, Brasil*

Aline Cristina Lago

Botucatu, SP
2016

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

*Biodiversidade dos parasitas de peixes
provenientes do rio Sapucaí-Mirim, Estado de
São Paulo, Brasil*

Aline Cristina Zago

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**

Capa: Rio Sapucaí Mirim, Estado de São Paulo, Brasil, fotografado por Aline Cristina Zago.

Arte da capa: Daniel Marques da Silva.

Tese elaborada de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT 6023/2002 para as referências, e NBR 10520/2002 para as citações.

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

Zago, Aline Cristina.

Biodiversidade dos parasitas de peixes provenientes do
Rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil / Aline Cristina Zago. -
Botucatu, 2016

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

Orientador: Reinaldo José da Silva

Capes: 20400004

1. Peixe - Parasito. 2. Biodiversidade. 3. Doenças parasitárias. 4.
Helminto. 5. Análise multivariada. 6. Nematoda.

Palavras-chave: Árvore de regressão multivariada (MRT); Helmintos;
Método do particionamento da variação; Monogenea; Nematoda.

"Foi o tempo que dedicastes à tua rosa que a fez tão importante"

(Antoine de Saint-Exupéry)

Houve um tempo em que...

Pensei que não podia e não pude.

Acreditei que não sabia nada... E nada soube.

Pensei que não tinha força e fraquejei.

Subestimei minha capacidade... E não fui capaz.

Logo aprendi...

Que se creio que posso... Posso.

Que sei mais do que nem sequer imaginava.

Que tenho as forças que eu decido ter.

Que não há carga que meus ombros não possam suportar.

Que posso chegar aonde eu me proponho.

(Autor desconhecido)

Agradecimientos

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, José e Marli, pelo carinho e confiança em mim depositada em todos os momentos de minha vida, e por todo o apoio e incentivo que sempre me deram aos estudos.

Ao Daniel, pelo carinho, apoio e incentivo em todas as minhas atividades e, principalmente, pelos conselhos para não desistir apesar das dificuldades. Obrigada por estar sempre ao meu lado.

Ao meu orientador, Prof. Adj. Reinaldo José da Silva, pelos ensinamentos, oportunidade e confiança em mim depositada desde o início. Muito obrigada por tudo!

Ao Prof. Juan Antonio Balbuena, PhD, pela receptividade, paciência e por ter compartilhado comigo seus conhecimentos com toda a simplicidade que possui. Muito obrigada!

À Profa. Dra. Maria Conceição Zocoller Seno, de quem recebi os primeiros ensinamentos na área de Parasitologia com toda paciência e carinho.

À minha “irmã de coração” Lidiane, que vem compartilhando comigo as dificuldades e alegrias ao longo destes 11 anos desde a graduação, obrigada pela amizade, companheirismo e conselhos. Você é uma pessoa muito especial em minha vida!

A todos os amigos LAPAS e funcionários do Departamento de Parasitologia pela amizade e colaboração.

Ao Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho (in memoriam), aos alunos do Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes (Diogo, Limão e André), a Ottilie, Ricardo e Sandro pelo auxílio durante as coleta dos peixes.

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira, por fornecer dados e informações sobre o rio Sapucaí-Mirim.

As Empresas Celan (Central Elétrica Anhaguera) e Duque Energy Brasil, por permitirem a realização do estudo na área de influência das Pequenas Centrais Hidrelétricas no rio Sapucaí-Mirim.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Processo n° 2011/23588-8 e 2015/11542-4), pelo auxílio financeiro para a realização desta pesquisa.

A todos aqueles que estiveram ao meu lado, seja apoiando ou incentivando, na realização deste trabalho.

Sumário

Resumo	2
Abstract	4
Introdução geral	6
O rio Sapucaí-Mirim e a construção de empreendimentos hidrelétricos	6
Importância dos estudos sobre a diversidade de parasitas	11
Considerações finais.....	13
Referências bibliográficas	14
Objetivos.....	19
Gerais	19
Específicos	19
Artigo 1	20
Biodiversidade dos parasitas de peixes provenientes do rio Sapucaí-Mirim, Sudeste do Brasil.....	20
Resumo	21
Abstract.....	22
Introdução	23
Material e métodos.....	24
Resultados	30
Discussão	80
Referências bibliográficas	85

Artigo 2..... 94

Estrutura das comunidades de metazoários parasitas de Characiformes provenientes do rio Sapucaí-Mirim, Sudeste do Brasil..... 94

Resumo 95

Abstract..... 96

Introdução 97

Material e métodos..... 98

Resultados 108

Discussão 130

Referências bibliográficas 134

Artigo 3..... 141

Estrutura espacial das comunidades de metazoários parasitas de quatro espécies do gênero *Leporinus* (Characiformes: Anostomidae) provenientes do rio Sapucaí-Mirim, Sudeste do Brasil..... 141

Resumo 142

Abstract..... 143

Introdução 144

Material e métodos..... 146

Resultados 153

Discussão 173

Referências bibliográficas 177

Resumo

RESUMO

Nos últimos anos, os parasitas foram reconhecidos como importantes componentes da biodiversidade global, dado os importantes papéis desempenhados por esses organismos em ecossistemas naturais. Embora o conhecimento sobre a diversidade de parasitas tenha aumentado nas últimas décadas, o número de espécies de parasitas de peixes no Brasil é relativamente baixo quando comparado com a biodiversidade das espécies hospedeiras. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento da biodiversidade dos parasitas de peixes procedentes de quatro locais em uma área sob a influência de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Sapucaí-Mirim, Estado de São Paulo, Brasil, bem como avaliar a estrutura das comunidades de metazoários parasitas de peixes Characiformes e de quatro espécies do gênero *Leporinus*. Durante o período de março de 2012 a julho de 2013, foram coletados 462 espécimes pertencentes a 16 espécies de peixes das ordens Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes e Perciformes. Observou-se que 86,58% dos espécimes estavam parasitados por pelo menos um *taxon* de metazoário parasita. Os parasitas encontrados pertenciam a oito diferentes grupos (Myxozoa, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acantocephala, Arthropoda e Annelida), sendo coletado um total de 6.830 parasitas. Noventa e sete *taxa* de parasitas foram encontrados, sendo que a classe Monogenea foi o grupo que apresentou o maior número de espécies, seguido do filo Nematoda e da sub-classe Digenea. As comunidades parasitárias dos Characiformes apresentaram principalmente diferenças entre as espécies hospedeiras, embora pertencendo a mesma ordem ou família. O local de amostragem, o fator de condição e o tamanho do hospedeiro também influenciaram na distribuição da abundância parasitária de algumas espécies analisadas. As comunidades de parasitas de *Leporinus* spp. apresentaram principalmente diferenças entre as espécies hospedeiras, sendo que as infracomunidades de *Leporinus amblyrhynchus* e *Leporinus elongatus* tenderam a ser mais similares, assim como as de *Leporinus friderici* e *Leporinus octofasciatus*. Todas as espécies de parasitas coletados constituem-se de novos registros de localidade, sendo que também foram encontradas espécies novas e foram feitos novos registros de ocorrência em diferentes hospedeiros para várias espécies de parasitas.

Palavras-chave: Árvore de regressão multivariada (MRT), Método do particionamento da variação, Helminths, Monogenea, Nematoda, Digenea.

Abstract

ABSTRACT

Recently, parasites have been recognized as important components of global biodiversity because the important roles played by these organisms in natural ecosystems. Although knowledge about the diversity of parasites has increased in recent decades, the number of parasite species of fishes in Brazil is relatively low compared to the biodiversity of host species. Thus, this study aimed to survey the biodiversity of fish parasites from four sampling sites in an area under the influence of Small Hydroelectric Power Plants in the Sapucaí-Mirim River, São Paulo State, Brazil, as well as to evaluate the structure of metazoan parasite communities of Characiformes and four species of *Leporinus* sp. From March 2012 to July 2013, 462 fish specimens of 16 species of Characiformes, Siluriformes, Perciformes, and Gymnotiformes were collected. It was observed that 86.58% of fish specimens were parasitized by at least one metazoan parasite *taxon*. The parasites found belonged to eight different groups (Myxozoa, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acantocephala, Arthropoda and Annelida) and a total of 6,830 parasites were collected and analyzed. Ninety-seven parasite *taxa* were found, and Monogenea was the group that had the highest number of species, followed by Nematoda and Digenea. The parasite communities of Characiformes showed mainly differences among the host species, although belonging to the same order or family. The sampling site, condition factor and the host body size also influenced the distribution of parasite abundance of some fish species analyzed. The metazoan parasite communities of *Leporinus* spp. primarily showed differences among the host species, wherein the infracommunities of *Leporinus amblyrhynchus* and *Leporinus elongatus* tended to be more similar, as well as *Leporinus friderici* and *Leporinus octofasciatus*. New locality records are made to all parasite species collected and were also found new parasite species and are made new occurrence records on different hosts for several parasite species.

Keywords: Multivariate regression trees (MRT), Variation partitioning method, Helminths, Monogenea, Nematoda, Digenea.

Introdução geral

INTRODUÇÃO GERAL

O rio Sapucaí-Mirim e a construção de empreendimentos hidrelétricos

Com uma área de aproximadamente 8,5 milhões de km² e cerca de 158 milhões de habitantes, o Brasil posiciona-se como o quinto país do mundo, tanto em extensão territorial como em população. No cenário mundial, apresenta lugar de destaque pela grande descarga de água doce dos seus rios, cuja produção hídrica representa 53% da produção de água doce do continente sul-americano e 12% do total mundial (REBOUÇAS, 2006).

No Brasil, são reconhecidas 12 regiões hidrográficas, sendo que em apenas três delas (Amazonas, São Francisco e Paraná) estão localizadas cerca de 80% de sua produção hídrica total (REBOUÇAS, 2006).

A região hidrográfica do Paraná abrange sete Estados brasileiros, sendo composta por várias bacias e sub-bacias e representando cerca de 10,33% de todo o território nacional (ALBERTIN; MAUAD, 2008). Dentre as bacias pertencentes a essa região, encontra-se a do rio Sapucaí-Mirim/Grande (Figura 1), localizada no Nordeste do Estado de São Paulo (ALBERTIN; MAUAD, 2008). Possui aproximadamente 9.125 km² de extensão territorial, sendo composta principalmente pelos rios Sapucaí-Mirim, Canoas, do Carmo, Grande e Ribeirão dos Bagres (SÃO PAULO, 2015).

O rio Sapucaí-Mirim apresenta 290 km de extensão e possui como principais afluentes os rios Santa Bárbara, Bagres, Salgado, Pontal e Sete Lagoas (PAIVA, 1982). Suas nascentes estão localizadas nas encostas interiores da Serra da Laje (Nordeste do Estado de São Paulo), além de outras formadoras dos rios tributários Esmeril e Santa Bárbara (Oeste do Estado de Minas Gerais), sendo sua desembocadura na margem esquerda do reservatório da Usina Hidrelétrica Porto Colômbia, médio rio Grande (SOUZA, 2014; PAIVA, 1982). Apresenta características lóticas típicas, com fortes corredeiras e pequenas quedas d'água, sendo que na região de Guaíra, Estado de São Paulo, torna-se menos veloz e turbulento devido à menor declividade da região (CESÁRIO, 2010).

e Synbranchiformes Gosline, 1983, sendo que a maior riqueza de espécies foi observada para a ordem Characiformes (29 espécies), seguida de Siluriformes (25 espécies), representando 82% do total de espécies observadas. A maioria das espécies encontradas era autóctone, sendo relatada a presença de duas espécies alóctones (*Cichla kelberi* Kullander e Ferreira, 2006 e *Metynnis maculatus* Kner, 1858), e apenas duas espécies exóticas (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 e *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896).

Em função da alta demanda de energia no Brasil, principalmente na região Sudeste, o rio Sapucaí-Mirim está sendo alvo de vários projetos de aproveitamentos hidrelétricos, através da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs (CESÁRIO, 2010). Estes empreendimentos são caracterizados por apresentarem potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3 km², conforme definido pela resolução nº 394, de 4/12/1998, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (BRASIL, 1998). Atualmente, estão em funcionamento neste rio cinco PCHs: Anhanguera (Figuras 2A, B), Retiro (Figuras 2C, D), Palmeiras (Figuras 2E, F), Dourados e São Joaquim (BRASIL, 2015), sendo que outros cinco novos projetos encontram-se em processo de licenciamento (RUOCCO, 2014).

Vários rios em diferentes latitudes e bacias hidrográficas do Brasil foram ou estão sendo regulados com a construção de reservatórios para a operação de usinas ou PCHs, seguindo as definições das diretrizes governamentais para suprir a crescente demanda de energia oriunda desta fonte (TUNDISI; TUNDISI; ROCHA, 1988). A opção pela produção de hidroeletricidade no Brasil ocorre devido à elevada disponibilidade desse recurso, aliada aos estoques limitados de outras fontes energéticas, tais como: gás natural, carvão e petróleo (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Além da hidroeletricidade, os reservatórios de pequeno ou grande porte são utilizados para inúmeras outras finalidades, tais como: reserva de água para irrigação, reserva de água potável, produção de biomassa (cultivo de peixes e pesca intensiva), transporte (hidrovia), recreação e turismo (TUNDISI; TUNDISI; ROCHA, 2006).

Nas últimas décadas, com a diversificação dos usos múltiplos desses sistemas, houve uma ampliação da importância econômica e social destes ecossistemas artificiais, sendo ao mesmo tempo produzidas e introduzidas novas complexidades no seu funcionamento, bem como impactos (TUNDISI; TUNDISI; ROCHA, 2006).



Figura 2. Três das cinco Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) em funcionamento no rio Sapucaí-Mirim, Sudeste do Brasil. A: PCH Anhanguera, B: Trecho a jusante da PCH Anhanguera, C: PCH Retiro, D: Trecho a jusante da PCH Retiro, E: PCH Palmeiras, e F: Trecho a montante da PCH Palmeiras.

Os represamentos e a construção de barragens podem determinar consideráveis modificações nas comunidades bióticas nas suas áreas de influência, devido ao fato de alterarem de maneira profunda e definitiva toda a dinâmica da água (AGOSTINHO; JÚLIO; BORGHETTI, 1992), uma vez que ocasionam a destruição da vegetação ripária e inundação das lagoas marginais, com a transformação do antigo ecossistema lótico para um novo ecossistema lêntico ou semi-lêntico, implicando em grandes alterações químicas, físicas, limnológicas e ambientais (TUNDISI, 1988; CARVALHO; SILVA, 1999).

Um dos efeitos inevitáveis de qualquer represamento sobre a fauna aquática consiste nas alterações observadas na composição e abundância das espécies, onde algumas delas apresentam elevada proliferação e outras têm suas populações reduzidas ou mesmo eliminadas (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Além disso, são promovidas modificações na intensidade, duração e época das cheias; redução dos nutrientes disponíveis; interferência no transporte de sedimentos; e impactos na dinâmica e rota migratória de diversas espécies de peixes, com reflexos na biodiversidade e também na produção pesqueira (AGOSTINHO; JÚLIO; BORGHETTI, 1992; CESÁRIO, 2010).

Quando diversos reservatórios são construídos em cascata ao longo de um único rio, como é o caso do Sapucaí-Mirim, os impactos cumulativos podem ocasionar grandes reduções da fauna de peixes, sendo que o processo de extinção pode ser pronunciado. A adição de reservatórios num curso d'água pode afetar os recursos, a sustentabilidade e a integridade dos ecossistemas, uma vez que ocorrem aumentos na perda de habitat, e fragmentação e perda de qualidade dos habitat remanescentes (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Dessa forma, a neutralização dos impactos de primeira ordem (físicos) na bacia incremental pode não ocorrer devido a um novo reservatório, sendo que as condições físicas adversas (vazão, temperatura, nutrientes, entre outros) podem se propagar ao longo de todo o curso do rio (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Com base nesse complexo de alterações, o conjunto de reservatórios hidrelétricos construídos no Brasil promoveu profundas modificações nos mecanismos de funcionamento de rios, lagos, áreas alagadas, pântanos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, alterando também o ciclo hidrossocial e hidroeconômico (TUNDISI, 2007).

Dessa forma, faz-se necessário um conjunto de estudos estratégicos, ecológicos e econômicos, que devem levar em conta que reservatórios são sistemas complexos, especialmente considerando sua interação com a bacia hidrográfica, os usos múltiplos e os mecanismos de funcionamento e operação nesses reservatórios (TUNDISI, 2007).

Importância dos estudos sobre a diversidade de parasitas

De acordo com Magurran (1955), os termos “diversidade biológica” ou “biodiversidade” englobam a variabilidade entre os organismos vivos de todas as fontes, incluindo terrestres, marinhos ou outros sistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que eles fazem parte. Ademais, inclui a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

Os parasitas têm sido reconhecidos como importantes componentes da biodiversidade global, devido aos importantes papéis desempenhados por esses organismos em ecossistemas naturais, e também pelo fato de que entre 30 e 50% das espécies de animais conhecidas em qualquer lugar podem ser classificadas como parasitas (POULIN; MORAND, 2004).

Embora o conhecimento sobre a diversidade de parasitas tenha aumentado nas últimas décadas (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010), existem ainda muitas espécies a serem identificadas (BROOKS, 2000), uma vez que há estimativas de um grande número de espécies hospedeiras a serem identificadas e descritas (POULIN; MORAND, 2004).

Os parasitas são indicativos de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, incluindo a dieta, a migração, o recrutamento e a filogenia, podendo também ser bons indicadores diretos do estado de qualidade ambiental (WILLIAMS; MACKENZIE; MACCARTHY, 1992; SURES; TARASCHEWSKI; JACKWERTH, 1994; MARCOGLIESE; CONE, 1997). Neste contexto, os parasitas podem manifestar as mudanças ambientais mais rapidamente do que os seus hospedeiros, uma vez que o aumento ou decréscimo na taxa de parasitismo pode ser resultado de ações antrópicas, que podem estar beneficiando ou não o desenvolvimento de alguma fase do ciclo de vida de determinado parasita (LAFFERTY, 1997; SILVA-SOUZA et al., 2006).

Podem ser considerados, desta maneira, complementares à análise química ou levantamentos biológicos tradicionais (como contagem de bactérias ou avaliações de organismos invertebrados) como indicadores de disfunção em nível de ecossistema (GALLI et al., 2001).

Ademais, os parasitas com ciclo de vida complexo podem fornecer informações sobre as propriedades biológicas de diferentes biótopos dentro de um ecossistema, uma vez que utilizam em seu ciclo de vida diferentes hospedeiros (intermediários, paratênicos e definitivos), refletindo assim diferentes componentes da cadeia alimentar e estrutura da comunidade (MARCOGLIESE; CONE, 1997; GALLI et al., 2001).

Dentro deste contexto, a biodiversidade de parasitas pode ser muito importante, uma vez que o parasitismo também desempenha um papel chave nos ecossistemas, regulando a abundância ou densidade das populações de hospedeiros, estabilizando as teias alimentares e estruturando as comunidades animais (POULIN; MORAND, 2004). Assim, um bom conhecimento da diversidade parasitária, e se ela está ou não em declínio, torna-se crucial para a gestão e conservação ambiental (POULIN, 2004).

No Brasil, existem vários trabalhos abordando a ocorrência de parasitas em diversas espécies de peixes, sendo que um grande número deles refere-se apenas a aspectos de cunho taxonômico. No entanto, um número crescente de trabalhos vem apresentando dados quantitativos e ecológicos sobre as comunidades de parasitas, bem como possíveis flutuações na comunidade parasitária em decorrência de alterações ambientais. Estudos abordando não somente a taxonomia, mas também os aspectos ecológicos das comunidades parasitárias podem fornecer dados importantes em relação à dinâmica das populações de parasitas e seus respectivos hospedeiros, à susceptibilidade dos hospedeiros a determinadas espécies de parasitas, e também das possíveis relações com a sazonalidade e com os fatores bióticos e abióticos (PARAGUASSÚ, 2006).

Um interessante estudo abordando a influência da construção de barragens sobre a comunidade de helmintos parasitas de peixes foi realizado por Karling et al. (2013). O estudo foi realizado com a helmintofauna de *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816), antes e após a construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, na planície de inundação do Alto rio Paraná, Brasil. Foi detectado que após a construção da barragem e da introdução de espécies de peixes exóticas, a helmintofauna e o fator de condição de *S. brasiliensis* foram

modificados, indicando que mudanças nos ambientes aquáticos influenciam a diversidade de parasitas e o estado nutricional dos peixes.

Na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil, Takemoto et al. (2009) realizaram um levantamento das espécies de parasitas encontradas em 72 espécies de peixes, e também analisaram quais as estratégias e mecanismos utilizados pelos parasitas eram mais favorecidos, e quais fatores ambientais influenciavam a comunidade parasitária no ambiente estudado. Foram encontradas 337 espécies de parasitas, sendo 12 novas espécies. Além disso, várias outras foram registradas pela primeira vez em novos hospedeiros ou na planície. O grupo dos monogenéticos foi o que apresentou maior número de espécies encontradas, seguido pelos digenéticos. O intestino dos peixes foi o local de infecção que apresentou a maior riqueza, com 127 espécies.

As comunidades parasitárias de seis espécies de peixes do reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil, foram analisadas por Paraguassú e Luque (2007). Foram determinadas oito espécies diferentes pertencentes a seis grupos de metazoários parasitas. Os valores de riqueza e diversidade das comunidades parasitárias foram baixos, o que segundo os autores, pode ser atribuído as características oligotróficas apresentadas pelo reservatório estudado. Ademais, todas as comunidades parasitárias apresentaram escassez de correlação entre a abundância, riqueza e diversidade com o comprimento total dos hospedeiros.

Azevedo (2010) estudou a comunidade de metazoários parasitas de 21 espécies de peixes procedentes da bacia do rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Foram encontradas 81 espécies pertencentes a nove grupos de metazoários parasitas, sendo que as espécies de peixes detritívoras e/ou que formam cardumes apresentaram maior índice de diversidade parasitária, e os monogenéticos apresentaram a maior riqueza de espécies. Além disso, foram encontrados parasitas com potencial zoonótico e relatados novos registros de hospedeiro e localidade para grande parte dos parasitas encontrados.

Considerações finais

A hidroeletricidade apresenta grande importância no Brasil, principalmente devido à elevada disponibilidade de recursos aquáticos ao longo de seu território. Entretanto,

profundas modificações são ocasionadas nos mecanismos de funcionamento dessas áreas, principalmente no que diz respeito à composição e abundância de espécies da fauna aquática, como os peixes, e conseqüentemente, sobre a fauna parasitária que os mesmos podem estar abrigando. Dessa forma, foi proposto o presente trabalho devido aos efeitos dos represamentos em cascata que o Rio Sapucaí-Mirim vem sofrendo, e ao fato de ainda não terem sido realizados estudos ictioparasitológicos ao longo de seu curso. Aliado a isso, estudos relacionados ao conhecimento da diversidade de espécies de parasitas de peixes são importantes e necessários, uma vez que contribuem para a compreensão da relação parasita-hospedeiro, do conhecimento de espécies com potencial zoonótico e também pelo fato desses organismos desempenharem importantes papéis no ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO J. R.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, Suplemento, v.14, p.89-107. 1992.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **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.
- AZEVEDO, R. K. Biodiversidade das comunidades parasitárias dos peixes do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2010. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. Resolução ANEEL nº 394, de 4 de dezembro de 1998. ANEEL – Legislação Básica do Setor Elétrico Brasileiro. Livro II – Resoluções. **Diário Oficial da União**, São Paulo, SP, 7 dez. 1998. Disponível em: < http://www.portalpch.com.br/pdfs/Resolucoes/ANEEL_Resolu%C3%A7%C3%A3o-n_394_de_04.12.98.pdf > Acesso em: 15 dez. 2015.

- BROOKS, D. R. Parasite systematics in the 21st century: opportunities and obstacles. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.95, Supl. 1, p.99-107. 2000.
- CARVALHO, E. D.; SILVA, V. F. B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim (Alto do rio Paranapanema, São Paulo). In: HENRY, R. (Org.). **Ecologia de Reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP e FUNDIBIO, 1999. p.769-800.
- 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. 71f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e recursos naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.
- DUKE ENERGY. 2015. Disponível em: <<http://www.duke-energy.com.br/usinas/Paginas/DEB.aspx>> Acesso em: 10 dez. 2015.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333p.
- 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.
- KARLING, L. C.; ISAAC, A.; AFFONSO, I.P.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. The impact of a dam on the helminth fauna and health of a neotropical fish species *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816) from the upper Paraná River, Brazil. **Journal of Helminthology**, v.87, p.245-251. 2013.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing Company, 1955. 256 p.
- MARCOGLIESE, D. J.; D. K. CONE. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. **Parassitologia**, v.39, p.227-232. 1997.
- PAIVA, M. P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982. 292p.

- 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.
- PARAGUASSÚ, A. R. **Composição e estrutura das comunidades de metazoários parasitos de sete espécies de peixes do reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2006. 110f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Smithsonian Books: Washington, DC, 2004. 216p.
- POULIN, R. Parasite species richness in New Zealand fishes: a grossly underestimated component of biodiversity. **Diversity and Distributions**, v.10, p.31-37. 2004.
- REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA JR., B. P. F.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 3ª ed., 2006. 748p.
- SÃO PAULO (Estado). **Comitê da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhsmg/apresentacao>> Acesso em: 15 dez. 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. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu-SP, 2014.

- SURES, B.; TARASCHEWSKI, H.; JACKWERTH, E. Comparative study of lead accumulation in different organs of perch (*Perca fluviatilis*) and its intestinal parasite *Acanthocephalus lucii*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.52, p.269–273. 1994.
- 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, Supl. 2, p.691-705. 2009.
- TUNDISI, J. G. (Ed.) **Limnologia e manejo de represas**. Série Monografias em Limnologia. São Carlos: Academia de Ciências, v.1, Tomo 1, 1988. 440p.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA JR., B. P. F.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 3ª ed., 2006. 748p.
- TUNDISI, J. G. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.21, n.59, p. 109-117. 2007.
- WILLIAMS, H. H.; MACKENZIE, K.; MACCARTHY, A. M. Parasites as biological indicators of the population biology, migration, diet and phylogenetics of fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.2, p.144–176. 1992.