

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 01/07/2022.

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

LETÍCIA DE OLIVEIRA MANOEL

INFLUÊNCIA DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE EM RESERVATÓRIO
NEOTROPICAL: ESTRUTURA ICTIOFAUNÍSTICA, ASPECTOS
POPULACIONAIS E PARASITISMO

BOTUCATU – SP

2020

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

LETÍCIA DE OLIVEIRA MANOEL

INFLUÊNCIA DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE EM RESERVATÓRIO
NEOTROPICAL: ESTRUTURA ICTIOFAUNÍSTICA, ASPECTOS
POPULACIONAIS E PARASITISMO

Tese apresentada ao Instituto de Biociências,
UNESP, Câmpus de Botucatu, como parte
dos requisitos exigidos para obtenção do
título de Doutor em Ciências Biológicas
(Zoologia).

Orientador: Prof. Dr. Igor Paiva Ramos

BOTUCATU – SP

2020

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

Manoel, Letícia de Oliveira.

Influência de piscicultura em tanques-rede em reservatório neotropical : estrutura ictiofaunística, aspectos populacionais e parasitismo / Letícia de Oliveira Manoel. - Botucatu, 2020

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

Orientador: Igor Paiva Ramos

Capes: 20502001

1. Peixes - Criação. 2. Infestações ectoparasitárias. 3. Doenças parasitárias. 4. Dinâmica populacional. 5. Parasitismo. 6. Hábitos alimentares.

Palavras-chave: Ectoparasitas; Endoparasitas; Espécies não-nativas; Manejo alimentar; Piscicultura.

DEDICATÓRIA

*A minha família, em especial ao meu filho
Pedro Lucas!
Ao grupo PIRÁ, que me acompanhou e
auxiliou durante esses anos de crescimento.*

AGRADECIMENTOS

Foram muitas as pessoas que estiveram ao meu lado até o momento. Talvez eu não consiga expressar toda a minha gratidão por meio de palavras...

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

A toda minha família, em especial a minha mãe Nereide, meu pai Jesus, meu irmão Ricardo e meu marido Lucas pelo apoio, torcida e confiança que sempre depositaram em mim.

Agradeço ao professor Dr. Igor Paiva Ramos, a oportunidade de tê-lo como orientador e a Dr^a. Lidiane Franceschini pela coorientação não formal que contribuiu substancialmente com o desenvolvimento deste trabalho. Tenho muito orgulho de citá-los como os responsáveis pela minha formação profissional. Agradeço pela confiança, apoio, paciência e pela amizade. Vocês são um exemplo de simplicidade, compreensão e competência. Admiro pela dedicação e amor ao trabalho, que vai muito além do que o dever impõe. Preocupados não só com a realização do trabalho, mas principalmente com o ser humano.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e contribuição.

Aos alunos de graduação Maria Luíza, Denis William, Ana Letícia e aos estagiários que me ajudaram nas coletas dos parasitas, sem eles, não teria conseguido analisar sozinha, em tempo hábil.

Aos meus amigos do Grupo Pirá por terem ajudado nas coletas e tornado o dia a dia na pós-graduação tão prazeroso! Foi extremamente enriquecedor conhecer e conviver com cada um de vocês.

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia (Câmpus de Botucatu), coordenação, professores e servidores pelas fundamentais contribuições ao longo do curso.

Ao Prof. Tit. Reinaldo José da Silva, por ter autorizado a utilizar o Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres (LAPAS), para fotodocumentar os parasitas e ao Prof. Dr. Francisco Langeani Neto pela identificação das espécies de peixes.

À UNESP de Ilha Solteira e o DBZ (Departamento de Biologia e Zootecnia), juntamente com a direção, administração e funcionários por possibilitarem o desenvolvimento do projeto e todas as experiências vivenciadas nesses anos.

A realização de um projeto de pesquisa como este só foi possível com o apoio de vários colaboradores. E, em especial agradeço aos sócios-proprietários da Piscicultura Puro Peixe, Michael Itagaki Kengo, Rita Curvelo e Dennys Itagaki, e aos pesquisadores parceiros Prof. Dr.^a Rosilene Luciana Delariva, Dr^a. Lidiane Franceschini, Prof.^a Dr^a. Rosicleire Verissimo da Silva, Prof.^a Dr^a. Cristiële da Silva Ribeiro e Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos (Código 001), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro (Processo 443103/2014-3).

Às demais pessoas que contribuíram direta ou indiretamente até o momento na elaboração deste trabalho ou participaram da minha vida, e que, porventura, eu tenha me esquecido de agradecer.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA DEFESA	6
RESUMO GERAL	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1	10
RESUMO.....	11
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS	16
Área de estudo.....	16
Coleta do material biológico.....	17
Análise dos dados	18
RESULTADOS	21
DISCUSSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO 2	50
RESUMO.....	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS	55
Área de estudo.....	55
Coleta do material biológico.....	56
Procedimentos laboratoriais.....	57
Análises de dados.....	59
RESULTADOS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	89

APRESENTAÇÃO DA DEFESA

A presente tese está formatada em dois capítulos:

CAPÍTULO I – “ESTRUTURA ICTIOFAUNÍSTICA E ASPECTOS POPULACIONAIS DE ESPÉCIES DE PEIXES SELVAGENS SOB INFLUÊNCIA DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE EM RESERVATÓRIO NEOTROPICAL”

Neste capítulo, foram realizadas análises para caracterizar e comparar a ictiofauna associada a um sistema de piscicultura em tanques-rede e área sem a influência aquícola. Além disso, foram caracterizados os atributos populacionais das três espécies de peixes mais abundantes (*Pimelodus platicirris*, *Geophagus sveni* e *Plagioscion squamosissimus*) no entorno do sistema de piscicultura com os de exemplares de área sem a influência de pisciculturas em tanques-rede. Assim, foram testadas as seguintes hipóteses: (1) pisciculturas em tanques-rede influenciam localmente a estrutura da assembleia ictiofaunística, promovendo uma reestruturação, devido à atração de peixes proporcionada pelo aumento na disponibilidade de recursos alimentares e de refúgio; e (2) pisciculturas em tanques-rede influenciam atributos populacionais das três espécies de peixes mais abundantes associadas a esse sistema, apresentando maiores tamanhos (comprimento padrão médio) e massas (massa total média) em comparação com a área sem influência aquícola, uma vez que diversas espécies de peixes utilizam restos de ração e outros itens alimentares relacionados à presença de pisciculturas em tanques-rede como recurso alimentar.

CAPÍTULO II - “INFLUÊNCIA DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE SOBRE A COMUNIDADE COMPONENTE E ATRIBUTOS PARASITOLÓGICOS DE ESPÉCIES DE PEIXES SELVAGENS EM RESERVATÓRIO NEOTROPICAL”

Neste capítulo, foram realizadas análises para caracterizar e comparar a fauna parasitária das três espécies de peixes mais abundantes (*Pimelodus platicirris*, *Geophagus sveni* e *Plagioscion squamosissimus*) associadas a um sistema de piscicultura em tanques-rede e de área sem a influência piscícola. Assim, foi testada a hipótese geral de que, em áreas sob influência de pisciculturas em tanques-rede, ocorrem modificações em atributos parasitológicos das espécies de parasitas (prevalência, abundância média e intensidade média de infecção), em atributos da comunidade componente dos parasitas (abundância numérica, riqueza e diversidade) e na estrutura da comunidade componente de parasitas de espécies de peixes selvagens. Tais modificações podem estar possivelmente relacionadas ao fato da piscicultura gerar estresse ambiental em escala local. Esse estresse decorre da liberação de resíduos (principalmente restos de ração), altas concentrações de peixes e diminuição da qualidade da água, que constituem fatores favoráveis para a infestação/infecção de parasitas, em decorrência da diminuição das defesas imunológicas e da resistência a infecções dos hospedeiros. Adicionalmente, tais modificações ambientais também podem favorecer a dinâmica de infecção de algumas espécies de parasitas, resultante da atratividade de hospedeiros intermediários e definitivos para áreas aquícolas.

Assim, se prediz que haverá o aumento das taxas de infecção por parasitas de ciclo monoxeno (ex. monogenéticos, hirudíneos e crustáceos), que podem ter sua transmissão facilitada pelo contato direto devido à proximidade dos peixes selvagens (adensamento), e parasitas de ciclo heteroxeno (ex. trematódeos digenéticos, cestoides e nematoides) pela atratividade de outros organismos vertebrados (ex. aves piscívoras) e invertebrados (ex. moluscos e artrópodes) na área adjacente à piscicultura, que podem atuar como potenciais hospedeiros intermediários e definitivos no seu ciclo biológico. Espera-se que tais incrementos causem alterações em atributos e na estrutura da comunidade componente parasitária para as três espécies de peixes avaliadas.

RESUMO GERAL

O cultivo de peixes em tanques-rede é uma prática crescente nos últimos anos nos reservatórios brasileiros. Porém, há pouca informação sobre as possíveis alterações deste desse sistema de cultivo sobre os peixes selvagens. Sendo assim, objetivou-se testar a hipótese geral de que pisciculturas em tanques-rede influenciam a estrutura da ictiofauna, atributos populacionais e parasitológicos das três espécies de peixes selvagens mais abundantes (*Pimelodus platicirris*, *Geophagus sveni* e *Plagioscion squamosissimus*) associadas a esse sistema de produção, no reservatório de Ilha Solteira, SP. Foram realizadas 14 coletas bimestrais entre setembro/2014 e dezembro/2016, com auxílio de redes de espera, em duas áreas amostrais: uma sob influência de pisciculturas em tanques-rede (Tanque) e a outra área livre de influência piscícola (Controle). Os peixes capturados foram identificados, quantificados, medidos, pesados e os parasitas das espécies selecionadas coletados. Foram calculados para as espécies de peixes e parasitas, e posteriormente comparados entre ambas as áreas, os atributos riqueza de espécies, abundância numérica, índice de diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade de Pielou e calculado o coeficiente de similaridade de Jaccard. Para verificar diferença na estrutura da ictiofauna e da comunidade componente dos parasitas entre as áreas aplicou-se a análise PERMANOVA (*one-way*) e, posteriormente, análise SIMPER para verificar a contribuição de cada espécie (de peixes e parasitas) para as diferenças observadas. Também, foram calculados e comparados os seguintes atributos parasitológicos: prevalência, abundância média e intensidade média de infecção/infestação para cada táxon de parasita registrado por área e espécie hospedeira. Os resultados obtidos demonstram influência da atividade piscícola sobre aspectos biológicos de peixes selvagens. Essa influência foi observada a nível populacional em diferentes intensidades, a depender da espécie e de suas táticas de vida e consequente capacidade de ajuste a variações ambientais. Também, ocorreram influências locais a nível de assembleia, com a estrutura da ictiofauna em área piscícola diferindo da ictiofauna em área sem influência desse tipo de atividade zootécnica, principalmente devido a alterações na abundância das espécies. Quanto aos aspectos parasitológicos, nossos resultados demonstram influência do sistema de piscicultura em tanques-rede para as três espécies de peixes selvagens avaliadas, em diferentes graus de intensidade, seja em nível de estrutura da comunidade componente ou dos atributos parasitológicos das infracomunidades. De maneira geral, observou-se alterações para espécies ecto e endoparasitas para as três espécies de hospedeiros avaliadas. Tais alterações, possivelmente são responsáveis pelas modificações observadas na estrutura da comunidade componente parasitária de *P. platicirris* e *P. squamosissimus*, enquanto para *G. sveni* não houve diferença significativa. Contudo, estudos adicionais em larga escala espacial e temporal, devem ser realizados com o objetivo de testar as hipóteses levantadas, pois alterações induzidas por tanques-rede em reservatórios neotropicais ainda não apresentam um padrão claramente identificável, como observados para represamentos e introduções de espécies não-nativas. Tais estudos podem contribuir, para melhor compreensão das influências ambientais de atividades piscícolas.

Palavras-chave: Aquicultura. Espécies não-nativas. Manejo alimentar. Reestruturação de comunidades animais. Ectoparasitas. Endoparasitas.

ABSTRACT

Cage fish farming is a growing practice in recent years in Brazilian reservoirs. However, there is little information about the possible changes caused by this production system on wild fish. Thereby, this study aimed to test a hypothesis that cage fish farms may influence the ichthyofauna structure, populational and parasitological attributes of the three species of wild fish most abundant (*Pimelodus platicirris*, *Geophagus sveni* and *Plagioscion squamosissimus*) associated with this production system in the Ilha Solteira reservoir, SP. Fourteen bimonthly samplings were conducted from September/2014 to December/2016, using gill nets in two sampled area: one under the influence of fish farming (Cage) and another area free from the influence of pisciculture activity (Control). Fishes were identified, quantified, measured, weighed and the parasites of the selected species were collected. The Jaccard similarity coefficient were calculated, and the attributes richness, numerical abundance, Shannon-Wiener diversity index and Pielou equitability were calculated for fish and parasite species, and then compared between the sampled areas. PERMANOVA analysis (one-way) was applied to verify the difference in the structure of the ichthyofauna and the component community of the parasites between the areas and, later, SIMPER analysis was conducted to verify the contribution of each species (of fish and parasites) to the observed difference. Moreover, the following parasitological attributes: prevalence, mean abundance and mean intensity of infection were calculated and compared for each taxon of parasite registered by area and host species, and compared the following parasitological attributes: prevalence, mean abundance and mean intensity of infection. The results demonstrate the influence of aquaculture activity on biological aspects of wild fish. This influence was observed at the population level with different intensities, depending on the species and its life tactics and the consequent ability to adjust to environmental variations. Local influences occurred at the assembly level, with the structure of the ichthyofauna in fish farming area differing from the ichthyofauna from the area without influence of this type of zootechnical activity, mainly due to changes in the abundance of species. Parasitological aspects of the three species of wild fish evaluated were influenced by the fish farming system in different degrees of intensity, either in terms of the structure of the component community or the parasitological attributes of the infracommunities. In general, it was observed changes for ecto and endoparasitic species for the three host species evaluated. These changes are probably responsible for the observed modifications in the structure of the parasitic component community of *P. platicirris* and *P. squamosissimus*, whereas for *G. sveni* there was no significant difference. However, additional studies on a large spatial and temporal scale should be carried out in order to test the hypotheses raised, once alterations induced by fish farming systems in Neotropical reservoirs do not present a clearly identifiable pattern, as observed for impoundments and introductions of non-native species. These studies can contribute to improve understanding of the environmental influences of fish farming activities.

Keywords: Aquaculture. Non-native species. Food management. Restructuring of animal communities. Ectoparasites. Endoparasites.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, R. V. **Efeitos do cultivo de tilápias em tanques-rede na qualidade de água e na sedimentação de N e P em área aquícola da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, SP.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura (CAUNESP), Jaboticabal, 2018.
- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, n. 1, p. 32–46, 2001.
- ANDERSON, R. C. **Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission.** London: CAB Publishing, 672 p, 2000.
- AYRES, MANOEL, MANUEL AYRES JR, DANIEL LIMA AYRES, A. DE A. S. DOS S. **BIOESTAT.** Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. **Instituto Mamirauá**, Belém, v. 364, 2007.
- BINI, L. M.; THOMAZ, S. M.; MURPHY, K. J.; CAMARGO, A. F. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 415, p. 147–154, 1999.
- BORGES, P. A.; TRAIN, S.; DIAS, J. D.; BONECKER, C. C. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. **Hydrobiologia**, v. 649, n. 1, p. 279–291, 2010.
- BUCHMANN, K.; LINDENSTRØM, T.; BRESCIANI, J. Interactive associations between fish hosts and monogeneans. In: **Host-parasite interactions.** Taylor & Francis, p. 161–184, 2004.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. **The Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575–583, 1997.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental In: SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, Erechim. **Anais... Erechim: URI-Campus de Erechim**, p. 322–333, 2006.
- CAMPOS, D. W. J.; MANOEL, L. O.; FRANCESCHINI, L.; SILVEIRA, R. V.; DELARIVA, R. L.; RIBEIRO, C. S.; RAMOS, I. P. Occurrence of metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Trematoda, Diplostomidae) in *Pimelodus platicirris* in the Ilha Solteira Reservoir, São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências. No prelo.**
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, n. 1, p. 117–143, 1993.
- COIMBRA JÚNIOR, C. E.; SANTOS, R. V. Moluscos aquáticos do Estado de Rondônia (Brasil), com especial referência ao gênero *Biomphalaria* Preston, 1910 (Pulmonata, Planorbidae). **Revista de Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 227–234, 1986.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. Disponível em: <<http://www.cesp.br>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

CULP, J. M.; WALDE, S. J.; DAVIES, R. W. Relative importance of substrate particle size and detritus to stream benthic macroinvertebrate microdistribution (Carnation Creek, British Columbia). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 40, n. 10, p. 1568–1574, 1983.

DEMÉTRIO, J. A.; GOMES, L. C.; LATINI, J. D.; AGOSTINHO, A. A. Influence of net cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 330–333, p. 172–178, 2012.

DEMIR, N.; KIRKAGAC, M.; PULATSUE, S.; BEKCAN, S. Influence of trout cage culture on water quality, plankton and benthos in an Anatolian dam lake. **The Israeli Journal of Aquaculture**, Bamidgeh, v. 53, n. 3, 115–127, 2001.

DIAS, J. D.; TAKAHASHI, É. M.; SANTANA, N. F.; BONECKER, C. C. Impact of fish cage-culture on the community structure of zooplankton in a tropical reservoir. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 101, n. 1–2, p. 75–84, 2011.

EDGAR, G. J.; MACLEOD, C. K.; MAWBEY, R. B.; SHIELDS, D. Broad-scale effects of marine salmonid aquaculture on macrobenthos and the sediment environment in southeastern Tasmania. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 327, n. 1, p. 70–90, 2005.

EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2 ed. Maringá: Nupélia, 2006.

GONZALEZ, L. The life cycle of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) in Chilean marine farms. **Aquaculture**, v. 162, n. 3–4, p. 173–186, 1998.

GUO, L.; LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. **Aquaculture**, v. 226, n. 1–4, p. 201–212, 2003.

HAMMER, Ø. **PAST–PAleontological STatistics: reference manual version 3.25**. Oslo: Natural History Museum, University of Oslo, 2019.

HO; NAGASAWA. Why infestation by *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) is not a problem in the coho salmon farming industry in Japan J. **Journal of Crustacean Biology**, v. 21, p. 954–960, 2001.

HOAI, T. D. Reproductive strategies of parasitic flatworms (Platyhelminthes, Monogenea): the impact on parasite management in aquaculture. **Aquaculture International**, v. 28, n. 1, p. 421–447, 2019.

KLIEMANN, B. C. K.; DELARIVA, R. L.; ARRUDA AMORIM, J. P.; SILVA RIBEIRO, C.; SILVA, B.; SILVEIRA, R. V.; RAMOS, I. P. Dietary changes and

histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm. **Fisheries Research**, v. 204, p. 337–347, 2018.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**– Harper Collins Publishers. New York, v. 654, 1989.

LACERDA, A. C. F.; YAMADA, F. H.; ANTONUCCI, A. M.; DIAS, M. T. **Peixes introduzidos e seus parasitos**. In: Pavanelli, G. C, Takemoto, R. M, Eiras, J. C. Parasitologia de peixes de água doce do Brasil. Maringá: Eduem; p. 169–193, 2013.

LAPERA, I. M.; SILVA, A. C. D.; CANÔNICO, B. M.; PEREZIN, G. D. F.; TEBALDI, J. H.; PALA, G.; MANRIQUE, W. G.; HOPPE, E. G. L. Metazoan parasites of *Plagioscion squamosissimus*, an invasive species in the Tietê River, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 26, n. 2, p. 143–151, 2017.

LOUREIRO, B. R.; COSTA, S. M.; MACEDO, C. F.; HUSZAR, V. L. M.; BRANCO, C. W. C. Comunidades zooplancônicas em sistemas de criação de peixes. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 1, p. 47–60, 2011.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do Consumo de Peixes pela População Brasileira. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p. 62–65, 2016.

LUQUE, J. L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 13(Supl 1), 161–165, 2004.

MARQUES, H.; DIAS, J. H. P.; PERBICHE-NEVES, G.; KASHIWAQUI, E. A. L.; RAMOS, I. P. Importance of dam-free tributaries for conserving fish biodiversity in Neotropical reservoirs. **Biological Conservation**, v. 224, p. 347–354, 2018.

MARTINS, M. L.; PAIVA, A. D. M.; CONCEIÇÃO, F.; FUJIMOTO, R. Y.; CANELLO SCHALCH, S. H.; COLOMBANO, N. C. Prevalência, sazonalidade e intensidade de infecção por *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* Lutz, 1928 (Digenea, Diplostomidae), em peixes do reservatório de Volta Grande, Estado de Minas Gerais, Brasil. **Acta Scientiarum: Biological and Health Sciences**, p. 469–474, 2002.

MILITZ, T. A.; HUTSON, K. S. Beyond symbiosis: cleaner shrimp clean up in culture. **PloS one**, v. 10, n. 2, 2015.

MONTANHINI, R. O.; NOCKO, H. R.; OSTRENSKY, A. Environmental characterization and impacts of fish farming in the cascade reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. **Aquaculture Environment Interactions**, v. 6, n. 3, p. 255–272, 2015.

NOBILE, A. B.; CUNICO, A. M.; VITULE, J. R.; QUEIROZ, J.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; GARCIA, D. A.; ORSI, M. L.; LIMA, F. P.; ACOSTA, A. A.; SILVA, R. J.; PRADO, F. D.; PORTO-FORESTI, F.; BRANDÃO, H.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C.; RAMOS, I. P. Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil. **Reviews in Aquaculture**. p. 1–23, 2019.

NOBILE, A. B.; ZANATTA, A. S.; BRANDÃO, H.; ZICA, E. O. P.; LIMA, F. P.; FREITAS-SOUZA, D.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. S.; RAMOS, I. P. Cage fish farm act as a source of changes in the fish community of a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 495, p. 780–785, 2018.

ORLANDI NETO, A.; FRANCESCHINI, L.; MANOEL, L. D. O.; VERÍSSIMO-SILVEIRA, R.; DELARIVA, R. L.; RAMOS, I. P. Biology of non-native species (*Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829) (Characiformes, Cynodontidae) in a cage fish farm area, Upper Paraná River Basin, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 31, 2019.

OTA, R. R.; DEPRÁ, G. D. C.; GRAÇA, W. J. D.; PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, p. 1–111, 2018.

PAGLIARINI, C. D.; FRANCESCHINI, L.; RIBEIRO, C. D. S.; DELARIVA, R. L.; AMORIM, J. P. D. A.; RAMOS, I. P. *Dolops carvalhoi* as a vector of *Epistylis* sp. between cultivated and wild specimens of *Oreochromis niloticus* in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 28, n. 2, p. 325–329, 2019.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de Peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3 ed. EDUEM, CNPq, Nupélia, Maringá, p.311, 2008.

PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (org.) **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Eduem, p. 301–316, 2013.

RAMOS, I. P.; BRANDÃO, H.; ZANATTA, A. S.; ZICA, É. O. P.; SILVA, R. J.; REZENDE-AYROZA, D. M.; CARVALHO, E. D. Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 414–415, p. 56–62, 2013.

RAMOS, I. P.; FRANCESCHINI, L.; ZICA, É. O.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. The influence of cage farming on infection of the corvine fish *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) with metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Digenea: Diplostomidae) from the Chavantes reservoir, São Paulo State, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 88, n. 3, p. 342–348, 2014.

RODRIGUES, J. G. M.; MIRANDA, G. S.; LIRA, M. G. S.; NOGUEIRA, R. A.; GOMES, G. C. C.; CUTRIM, R. S.; SILVA-SOUZA, N. Larvas de trematódeos de *Biomphalaria* spp. (Gastropoda: Planorbidae) de dois municípios do leste da Amazônia Legal brasileira. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 8, n. 3, p. 51–58, 2017.

SANTOS, R. M.; ROCHA, G. S.; ROCHA, O.; WISNIEWSKI, M. J. S. Influence of net cage fish cultures on the diversity of the zooplankton community in the Furnas hydroelectric reservoir, Areado, MG, Brazil. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 7, p. 753–761, 2009.

SCHALCH, S. H. C. O desenvolvimento da aquicultura na região noroeste paulista, causas de enfermidades, prevenção e controle. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 10–14, 2011.

SKINNER, R. H. The interrelation of water quality, gill parasites, and gill pathology of some fishes from South Biscayne Bay. **Florida Fisheries Bulletin**, v. 80, p. 269–280, 1982.

SMITH, J. D. Development of *Raphidascaris acus* (Nematoda, Anisakidae) in paratenic, intermediate, and definitive hosts. **Canadian Journal of Zoology**, v. 62, n. 7, p. 1378–1386, 1984.

SMITH, J. D. Seasonal transmission of *Raphidascaris acus* (Nematoda), a parasite of freshwater fishes, in definitive and intermediate hosts. **Environmental biology of fishes**, v. 16, n. 4, p. 295–308, 1986.

STARLING, F. L. R. M. Análise experimental dos efeitos da tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*) e carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) sobre a estrutura da comunidade planctônica do Lago Paranoá, Brasília (DF). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 6, n. 144, p. 56, 1993.

SURES, B.; NACHEV, M.; SELBACH, C.; MARCOGLIESE, D. J. Parasite responses to pollution: what we know and where we go in ‘Environmental Parasitology’. **Parasites and Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–19, 2017.

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, p. 691–705, 2009.

THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. In: ADIS, J.; ARIAS, J. R.; RUEDA-DELGADO, D.; WANTZEN, K. M. (Ed.). Aquatic biodiversity in Latin America. 2.ed. Bulgaria: PENSOFT Publishers, 509p, 2006.

TIBÚRCIO, V. G.; ARRIEIRA, R. L.; SCHWIND, L. T. F.; BONECKER, C. C.; LANSAC-TÔHA, F. A. Efeitos do incremento de nutrientes sobre a comunidade de copépodes em um reservatório com tanques-rede. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 3, p. 265–274, 2015.

VIDAL-MARTINEZ, V. M.; PECH, D.; SURES, B.; PURUCKER, S. 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. Parasites as bioindicators of environmental degradation in Latin America: a meta-analysis. **Journal of Helminthology**, v. 91, n. 2, p. 165–173, 2017.

VIOLANTE-GONZÁLEZ, J.; GARCÍA-VARELA, M.; ROJAS-HERRERA, A.; GUERRERO, S. G. Diplostomiasis in cultured and wild tilapia *Oreochromis niloticus* in Guerrero State, México. **Parasitology Research**, v. 105, n. 3, p. 803–807, 2009.

WIGLEY, R. L. Note on the Distribution of Pandalidae (Crustacea, Decapoda) in New England Waters. **Ecology**, v. 41, n. 3, p. 564–570, 1960.

YOSHINAGA, T.; OGAWA, K.; WAKABAYASHI, H. Life cycle of *Hysterothylacium haze* (Nematoda: Anisakidae: Raphidascaridinae). **The Journal of parasitology**, p. 756-763, 1989.

CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Embora a piscicultura em tanques-rede represente uma importante atividade econômica mundialmente, a maioria dos estudos realizados explora os aspectos zootécnicos e epidemiológicos considerando apenas animais cultivados. A busca pela otimização da produção e manejo zootécnico, reduzindo os custos e a mortalidade causada por diferentes patógenos, desconsidera os possíveis efeitos da atividade sobre a comunidade de peixes selvagens, em ambientes dulcícolas e marinhos. O conhecimento das infracomunidades parasitárias e suas relações com os peixes hospedeiros é de grande importância, pois os parasitas desempenham um papel fundamental nos ecossistemas, regulando a abundância e a densidade das populações naturais, estabilizando as cadeias alimentares e a estrutura da comunidade hospedeira.

Diante dos dados apresentados, evidenciou-se que as influências ambientais da piscicultura em tanques-rede podem estar diretamente relacionadas com o manejo e resíduos gerados (efluente). Neste sentido, visando o desenvolvimento sustentável desta atividade, recomenda-se ações, tais como: investimento técnico, capacitação e conscientização dos piscicultores em relação ao manejo alimentar, principalmente no número de arraçoamentos diários, quantidade e qualidade da ração utilizada, sendo que, o mal planejamento pode acarretar em desperdício, o qual servirá de recurso alimentar para a biota local (selvagem), e possíveis alterações na qualidade da água, além de perda econômica.

Contudo, apesar das informações apresentadas, ainda se faz necessário estudos complementares que elucidem as influências referente à atividade de piscicultura em tanques-rede e são necessárias medidas mitigatórias de seus efeitos, evitando alterações nesses ambientes já impactados negativamente pelos represamentos. Por fim, o monitoramento ambiental, incluindo análises dos sedimentos, dos parâmetros de

qualidade da água e das comunidades aquáticas em áreas adjacentes ao empreendimento, são ferramentas imprescindíveis para um melhor ordenamento e desenvolvimento sustentável da atividade aquícola mundial.