

## ***PARASITOS NOS CULTIVOS DE PIRARUCU (Arapaima gigas)***

### Parasites in pirarucu (*Arapaima gigas*) farms

Jhonatas Teixeira Viana<sup>1</sup>, Alvaro Luccas Bezerra dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduados em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: jhonatastv@gmail.com

#### RESUMO

No Brasil, uma das principais espécies nativas cultivadas é o pirarucu (*Arapaima gigas*), um peixe que reúne características favoráveis ao cultivo e à comercialização. Entretanto, com a intensificação dos cultivos surgem também as enfermidades, com destaque para as parasitoses. Observando a escassez e dispersão das informações sobre o tema, o presente trabalho se propôs a fazer um compilado das espécies já relatadas em interação de parasitismo com *A. gigas* e as implicações práticas aos cultivos. Averiguou-se que são conhecidas 38 espécies de parasitos, agrupados em 11 grandes grupos taxonômicos, e esses parasitam principalmente intestino, estômago, pele, brânquias e nadadeiras. O levantamento realizado revela a grande diversidade de parasitos que podem afetar as pisciculturas de pirarucu, reafirmando a necessidade e importância de um acompanhamento sanitário adequado atrelado às boas práticas de manejo, garantindo o bem-estar dos animais e a segurança alimentar do consumidor.

**Palavras-chave:** piscicultura, espécies nativas, sanidade.

#### ABSTRACT

*In Brazil, one of the main native species cultivated is the pirarucu (Arapaima gigas), a fish that has favorable characteristics for cultivation and commercialization. However, with the intensification of fish-farming, diseases also appear, with emphasis on parasites. Observing the scarcity and dispersion of information on the subject, the present work proposed to compile the species already reported in parasitism interaction with A. gigas and the practical implications for the fish-*

Recebido em: 27/03/2021  
Aprovado em: 07/12/2021  
Publicado on-line em: 10/08/2022

*farming. It was found 38 species of parasites are known, grouped into 11 large taxonomic groups, and these parasites mainly intestine, stomach, skin, gills and fins. The survey carried out reveals the great diversity of parasites that can affect pirarucu fish farms, reaffirming the need and importance of an adequate health monitoring and a correct management practices, ensuring the animal welfare and the food security.*

**Keywords:** *fish farming, native species, sanity.*

## INTRODUÇÃO

Com proporções continentais, abundância de água e uma alta diversidade de espécies, a produção comercial de peixes nativos, no Brasil, está deixando de ser apenas um potencial almejado e se tornando cada vez mais representativa no contexto nacional (Lima *et al.*, 2017). Algumas espécies da região Norte, como o pirarucu (*Arapaima gigas*), estão entre as grandes apostas do setor, por unir uma série de fatores favoráveis ao cultivo, como uma excelente taxa de crescimento, baixa demanda de O<sub>2</sub>D, alta qualidade de carne e apelo comercial (Rosa *et al.*, 2020).

A sanidade animal e o combate às enfermidades, assim como nas demais produções aquícolas, são uma preocupação constante nas pisciculturas de pirarucu. Animais saudáveis refletem em melhores índices zootécnicos e econômicos, ao passo que a presença de patógenos nos cultivos pode ocasionar lesões e infestações parasitárias nos animais, propagação de enfermidades ao ambiente natural e/ou demais áreas de cultivo, além da transmissão de zoonoses, comprometendo a viabilidade da atividade e a segurança alimentar do consumidor (Cardia & Bresciani, 2012; Luque, 2004).

Muitos patógenos já foram descritos para peixes de água doce, mas a maioria das espécies reportadas foram registradas apenas em animais selvagens. Nos peixes de cultivo, especialmente os peixes nativos, os patógenos de maior preocupação são os parasitos (Tavecchio; Guidelli & Portz, 2009). Esses organismos vivem em uma relação desarmônica, implicando em danos ao hospedeiro, como perda de peso, dificuldade de locomoção, desregulação fisiológica, lesões nos tecidos, obstrução de órgãos e, em muitos casos, mortalidade (Marinho *et al.*, 2015). Tais fatores, em um contexto de produção aquícola, refletem em perdas econômicas e danos ambientais.

Dito isso, o presente trabalho objetivou realizar um compilado das espécies já relatadas em interação de parasitismo com *A. gigas*, ressaltando as implicações práticas aos cultivos e as principais medidas de manejo nesse cenário de produção.

## METODOLOGIA

Como meio de coleta das informações sumarizadas no presente trabalho, reuniram-se produções científicas de diferentes naturezas, como artigos em periódicos nacionais e internacionais, relatórios técnicos, livros e anais de congresso, como descrito por Santos (2021). Utilizou-se a ferramenta de busca avançada presente nas plataformas Google Scholar, Portal de Periódicos da Capes, Web of Science e Science Direct.

Como descritores de inclusão e seleção, foram utilizadas combinações entre as seguintes palavras-chave, nas três línguas com maior volume de produção técnica sobre o

tema abordado – português, inglês e espanhol: (1) pirarucu, *Arapaima gigas*, parasitas, parasitismo, doenças; (2) pirarucu, *Arapaima gigas*, parasite, parasitism, diseases; e (3) pirarucu, *Arapaima gigas*, parásito, parasitismo, enfermedades; respectivamente.

Dos trabalhos apresentados pelas plataformas, o título e resumo foram lidos, a fim de excluir os trabalhos que não se relacionavam com o objetivo do presente estudo. Dos trabalhos selecionados, a lista de referências bibliográficas foi também averiguada, sendo utilizada como fonte de estudos que porventura não foram mostrados nas buscas via plataformas. A coleta de dados se precedeu entre junho de 2019 e março de 2020.

As informações coletadas foram agrupadas quanto ao grupo taxonômico dos parasitos, principais órgãos e tecidos infectados e recomendações de manejo no ambiente de cultivo.

### Principais parasitos

Ao todo, foram registradas 38 espécies, distribuídas em 11 grandes grupos (Quadro 1). Os nematoides, vermes cilíndricos comuns no solo e na água, foram o grupo com a maior diversidade de espécies (11), representando 29% dos parasitos listados (Figura 1); seguidos por Protozoa (18%) e Digenea (13%). Entretanto, Monogenea é o grupo mais abundante e frequentemente encontrado nos cultivos, representado principalmente pelo gênero *Dawestrema* sp., sendo vermes de corpo achatado que parasitam principalmente a região tegumentar e branquial (Marinho *et al.*, 2013; Araújo *et al.*, 2009a).

Quadro 1 - Lista de parasitos de *Arapaima gigas*, classificados por grupo taxonômico e principais órgãos e tecidos parasitados

| Espécie                                    | Tecido parasitado    | Amostra   | Referência                        |
|--------------------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|
| <b>Achantocephala</b>                      |                      |           |                                   |
| <i>Neoechinorhynchus</i> sp.               | Intestino            | Cativeiro | Silva (2017)                      |
| <i>Polyacanthorhynchus macrorhynchus</i>   | Intestino            | Cativeiro | Marinho <i>et al.</i> (2013)      |
| <i>Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus</i> | Intestino            | Silvestre | Santos, Ceccarelli e Luque (2008) |
| <b>Branchiura</b>                          |                      |           |                                   |
| <i>Argulus moratoi</i>                     | Pele e nadadeiras    | Cativeiro | Souza e Malta (2018)              |
| <i>Dolops discoidalis</i>                  | Pele e nadadeiras    | Silvestre | Oliveira <i>et al.</i> (2017)     |
| <i>Dolops striata</i>                      | Pele e nadadeiras    | Cativeiro | Pereira, Morey e Malta (2017)     |
| <b>Copepoda</b>                            |                      |           |                                   |
| <i>Ergasilus</i> sp.                       | Narinas              | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009b)      |
| <b>Digenea</b>                             |                      |           |                                   |
| <i>Caballerotrema arapaimense</i>          | Estômago e intestino | Cativeiro | Lopes <i>et al.</i> (2009)        |
| <i>Caballerotrema brasiliense</i>          | Intestino            | Silvestre | Santos, Ceccarelli e Luque (2008) |
| <i>Caballerotrema piscicola</i>            | Intestino            | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009b)      |
| <i>Nesolecithus janicki</i>                | Cavidade abdominal   | Cativeiro | Lopes <i>et al.</i> (2009)        |
| <i>Schizochorus liguloides</i>             | Cavidade abdominal   | Cativeiro | Lopes <i>et al.</i> (2009)        |
| <b>Hirudinea</b>                           |                      |           |                                   |
| <i>Placobdella</i> sp.                     | Pele e nadadeiras    | Cativeiro | Zevallos e Cotrina (2017)         |
| <b>Isopoda</b>                             |                      |           |                                   |
| <i>Braga nasuta</i>                        | Pele e nadadeiras    | Cativeiro | Jesus <i>et al.</i> (2017)        |

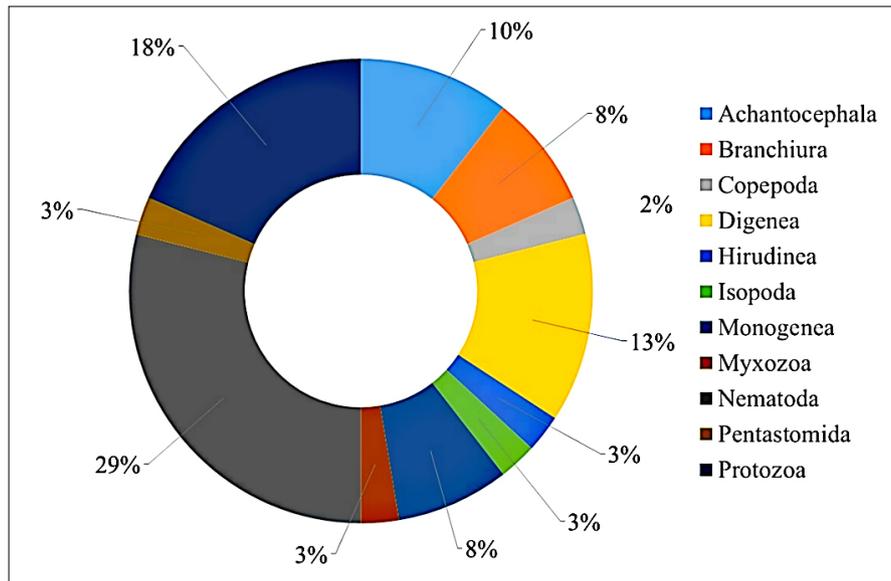
(continuação Quadro 1)

| Espécie                               | Tecido parasitado                             | Amostra   | Referência                            |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| <b>Monogenea</b>                      |                                               |           |                                       |
| <i>Dawestrema cycloancistrioides</i>  | Brânquias                                     | Cativeiro | Zevallos e Cotrina (2017)             |
| <i>Dawestrema cycloancistrum</i>      | Brânquias, pele e nadadeiras                  | Silvestre | Santos, Ceccarelli e Luque (2008)     |
| <i>Dawestrema punctatum</i>           | Brânquias                                     | Silvestre | Kritsky, Boeger e Thatcher (1985)     |
| <b>Myxozoa</b>                        |                                               |           |                                       |
| <i>Hennegya arapaima</i>              | Brânquias, bexiga natatória e vesícula biliar | Silvestre | Feijó <i>et al.</i> (2008)            |
| <b>Nematoda</b>                       |                                               |           |                                       |
| <i>Camallanus tridentatus</i>         | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009c)          |
| <i>Capillostrongyloides arapaimae</i> | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Silva (2017)                          |
| <i>Eustrongylides</i> sp.             | Músculo e pele                                | Silvestre | Luque <i>et al.</i> (2011)            |
| <i>Gnatostoma gracilis</i>            | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009b)          |
| <i>Goezia spinulosa</i>               | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Silvestre | Santos, Ceccarelli e Luque (2008)     |
| <i>Hysterothylacium</i> sp.           | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Andrade-Porto <i>et al.</i> (2015)    |
| <i>Nilonema senticosum</i>            | Bexiga natatória                              | Cativeiro | Zevallos e Cotrina (2017)             |
| <i>Procamallanus inopinatus</i>       | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Gaines <i>et al.</i> (2012)           |
| <i>Procamallanus rarus</i>            | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009b)          |
| <i>Rumai rumai</i>                    | Boca, língua, opérculo e cabeça               | Silvestre | Santos e Moravec (2009)               |
| <i>Terranova serrata</i>              | Estômago, intestino e cecos pilóricos         | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009c)          |
| <b>Pentastomida</b>                   |                                               |           |                                       |
| <i>Sebekia</i> sp.                    | Bexiga natatória e estômago                   | Cativeiro | Santos e Malta (2014)                 |
| <b>Protozoa</b>                       |                                               |           |                                       |
| <i>Calyptospora</i> sp.               | Fígado                                        | Silvestre | Bonar <i>et al.</i> (2006)            |
| <i>Gymnodinium</i> sp.                | Estômago                                      | Cativeiro | Zevallos e Cotrina (2017)             |
| <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>   | Brânquias, pele e nadadeiras                  | Cativeiro | Marinho <i>et al.</i> (2013)          |
| <i>Ictiobodo</i> sp.                  | Pele                                          | Cativeiro | Araújo <i>et al.</i> (2009c)          |
| <i>Piscinodinium pillulare</i>        | Brânquias, pele e nadadeiras                  | Cativeiro | Serrano-Martínez <i>et al.</i> (2015) |
| <i>Trichodina heterodentata</i>       | Brânquias, pele e nadadeiras                  | Cativeiro | Miranda <i>et al.</i> (2012)          |

As alterações fisiológicas e hematológicas causadas por esses grupos têm consequências diretas sobre o bem-estar e desempenho zootécnico dos animais, uma vez que eles deixam de usar a energia alimentar para seu crescimento e reprodução, destinando-a para seu sistema imunológico e manutenção da homeostase (Sures, 2006; Younis *et al.*, 2020).

Altas cargas parasitárias e grande diversidade de parasitos são indicativos de condições sanitárias precárias em um cultivo. Vale salientar ainda que alguns dos parasitos que acometem pisciculturas de água doce, a exemplo do nematoide *Hysterothylacium* sp., apresentam um potencial zoonótico e, portanto, devem ser monitorados e combatidos, resguardando a saúde do consumidor final (Oliveira *et al.*, 2020).

Figura 1 - Distribuição dos parasitos de *Arapaima gigas* por grupo taxonômico. Ao todo, 11 grupos foram registrados; os grupos com maior representatividade foram: Nematoda (29%), Monogenea (18%) e Digenea (13%)



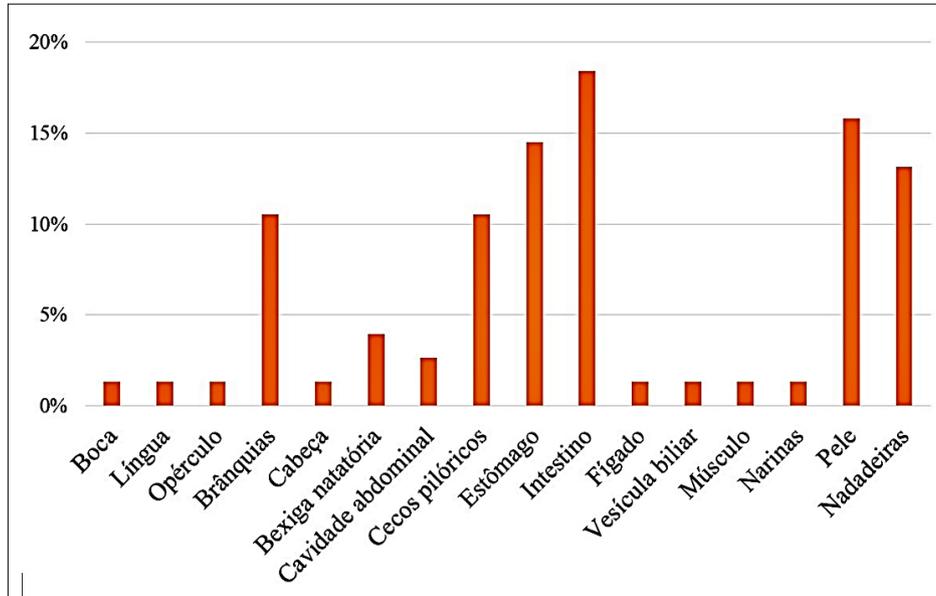
Algumas das espécies parasitas tiveram seus registros feitos em animais coletados em corpos d'água naturais, como *Rumai rumai*, *Calyptospora* sp. e *Caballerotrema brasiliense* (Santos & Moravec, 2009; Bonar *et al.*, 2006; Santos; Ceccarelli & Luque, 2008). Todavia, a maioria dos parasitos de pirarucu já teve ocorrência registrada em ambientes de cultivo, tanto em viveiros de alevinagem como em viveiros de engorda (Quadro 1). Como o cultivo dessa espécie de peixe acontece principalmente dentro do ecossistema amazônico, a abundância de recursos hídricos naturais favorece a adaptação de diversos parasitos para que estabeleçam relações ecológicas com o *A. gigas*, caracterizado como um peixe de topo na cadeia trófica natural dessa região (Silva & Duncan, 2016; Tavares-Dias *et al.*, 2013).

Com a intensificação dos sistemas de cultivo, a qualidade e procedência da água de abastecimento são fatores primordiais para a manutenção da sanidade na produção. O adensamento imposto aos animais mantidos em cativeiro aumenta a chance de um surto, caso parasitos e vetores tenham acesso ao interior dos cultivos por meio do abastecimento. Nesse cenário, estabelece-se uma comunicação entre o cultivo e a comunidade parasitária selvagem, possibilitando que novas espécies possam parasitar os peixes cultivados (Tavares-Dias *et al.*, 2013; Inoue *et al.*, 2014; Luque, 2004).

## Órgãos e tecidos parasitados

Os principais tecidos parasitados no *A. gigas* são intestino, estômago, pele, brânquias e nadadeiras (Figura 2). A grande variedade de tecidos e órgãos alvos de infecção é um fator preocupante ao piscicultor e, no caso do *A. gigas*, há uma equivalência entre infecções ocasionadas por endoparasitoses e ectoparasitoses, tornando o manejo, o monitoramento e o diagnóstico ainda mais necessários para garantia da sanidade dos cultivos.

Figura 2 – Tecidos do *Arapaima gigas* mais afetados em infecções por parasitoses. Ao todo, 16 tecidos e estruturas foram observados sendo parasitados no peixe *A. gigas*. Órgãos do sistema digestório e estruturas externas apresentaram maior incidência de parasitos, ressaltando a preferência parasitária por essas estruturas



A partir das informações coletadas, observa-se que as espécies parasitas do peixe *A. gigas* possuem diferentes *loci* de parasitismo, atacando principalmente estruturas externas e componentes do sistema digestório. A parte externa dos peixes é uma região com relativa facilidade para a fixação de parasitos, devido principalmente ao constante contato com o meio e por apresentar estruturas com grande superfície de contato e irrigação sanguínea, como as brânquias e nadadeiras (Paladini *et al.*, 2017). Já os órgãos do sistema digestório são acessados principalmente por parasitos ingeridos juntos com o alimento, especialmente outros peixes já parasitados, uma vez que o *A. gigas* possui hábitos piscívoros (Marcogliese, 2002; Silva & Duncan, 2016). Ao serem ingeridos, os parasitos rapidamente podem migrar e infectar os tecidos mais propensos a cada parasitose, manifestando os sinais clínicos característicos da infecção (Marcogliese, 2002).

Parasitoses que manifestam sinais externos, em geral, apresentam maiores chances de identificação e tratamento, enquanto infecções com sinais clínicos internos têm maior grau de complexidade quanto à sua identificação e remediação (Ishikawa *et al.*, 2016). Para um melhor controle de parasitoses, recomenda-se que seja realizado um acompanhamento sanitário do cultivo, integrado a outros tipos de manejo, como biometrias, fertilizações e arraçoamentos.

No acompanhamento sanitário dos cultivos, deve-se sempre observar o comportamento dos animais, o consumo alimentar e os principais índices zootécnicos e produtivos. Periodicamente, deve-se também selecionar uma amostra de indivíduos para uma análise

mais minuciosa, por meio da dissecação de alguns exemplares (Skilton; Saunders & Hutson, 2020; Clausen *et al.*, 2015). Nesse tipo de análise é importante que se examine com cautela os aspectos externos e internos do animal, como adesão das escamas, quantidade e aspecto do muco, presença de protusões, lesões, abaulamento do abdômen e principalmente a presença de ectoparasitas visíveis a olho nu (Tavares-Dias, 2009; Martins, 2004). É imprescindível observar também todos os órgãos do sistema digestório, desde a boca, passando pelo estômago, cecos pilóricos e intestino; cavidade abdominal, bexiga natatória e demais órgãos, verificando sempre a presença de parasitos ou anormalidades que indiquem uma possível infecção, pois, como relatado, essas estruturas apresentam grande potencial para alojar possíveis parasitos (Lima *et al.*, 2015; Kubitzka, 2009).

Ainda no Quadro 1, pode-se verificar os principais órgãos e tecidos afetados por cada espécie de parasito. Muitos grupos parasitam as mesmas estruturas, como é o caso dos Achantocephala, onde todas as espécies têm o intestino como órgão-alvo; e Branchiura, que acomete estruturas externas como pele e nadadeiras. Outros grupos, porém, apresentam a capacidade de se instalar em diferentes tecidos e órgãos, como os Nematoda e Protozoa, reiterando a versatilidade adaptativa dos parasitos em desenvolverem diferentes mecanismos de infecção, tornando possível que haja um quadro clínico de coinfeção sistêmica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, concluímos que há uma alta diversidade de espécies capazes de estabelecer uma relação de parasitismo com o pirarucu (*A. gigas*) e de impactar significativamente os cultivos dessa espécie. Os parasitos registrados até então apresentam um amplo espectro de tecidos-alvo de infecção, reforçando o papel de um acompanhamento sanitário rigoroso, visando o bem-estar dos animais e a segurança alimentar do consumidor.

Por fim, ressalta-se a importância de novas pesquisas que busquem compreender a dinâmica do ambiente de cultivo e a interação peixe-parasito, fornecendo informações técnicas e científicas para embasar medidas de boas práticas de manejo sanitário nos cultivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade-Porto, S.M.; Cárdenas, M.D.; Martins, M.L.; Oliveira, J.K.Q.; Pereira, J.N.; Araújo, C.S.O. & Malta, J.C.O. First record of larvae of *Hysterothylacium* with oonotic potential in the pirarucu *Arapaima gigas* (Osteichthyes: Arapaimidae) from South America. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 4, p. 790-795, 2015.

Araújo, C.S.O.; Gomes, A.L.; Tavares-Dias, M.; Andrade, S.M.S.; Belem-Costa, A.; Borges, J.T.; Queiroz, M.N. & Barbosa, M. Parasitic infections in pirarucu fry, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatiadae) kept in a semi-intensive fish farm in Central Amazon, Brazil. *Veterinarski Arhiv.*, v. 79, n. 5, p. 499-507, 2009a.

Araújo, C.S.O.; Tavares-Dias, M.; Gomes, A.L.S.; Andrade, S.M.S.; Lemos, J.R.G.; Oliveira, A.T.; Cruz, W.R. & Affonso, E.G. Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil, p. 389-424, in Tavares-Dias, M. *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa, 2009b, 724 p.

Araújo, C.S.O.; Dias, M.T.; Gomes, A.L.; Andrade, S.M.S.; Belem-Costa, A.; Borges, J.T.; Souza, H.E.M.; Queiroz, M.N. & Viana, G. Metazoários e protozoários parasitas do pirarucu, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatidae), cultivado em uma piscicultura semi-intensiva na Amazônia Central, Brasil, p. 262-267, in *Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T FASE II/PPG7*, Brasília: Embrapa, 2009c, 579 p.

Bonar, C.J.; Poynton, S.L.; Schulman, F.Y.; Rietcheck, R.L. & Garner, M.M. Hepatic *Calyptospora* sp. (Apicomplexa) infection in a wild-born, aquarium-held clutch of juvenile arapaima *Arapaima gigas* (Osteoglossidae). *Diseases of Aquatic Organisms*, v. 70, n. 1, p. 81-92, 2006.

Cardia, D.F.F. & Bresciani, K.D.S. Helmintosos zoonóticas transmitidas pelo consumo de peixes de forma inadequada. *Veterinária e Zootecnia*, v. 19, n. 1, p. 55-65, 2012.

Clausen, J.H.; Madsen, H.; Van, P.T.; Dalsgaard, A. & Murrell, K.D. Integrated parasite management: path to sustainable control of fishborne trematodes in aquaculture. *Trend in Parasitology*, v. 31, n. 1, p. 8-15, 2015.

Feijó, M.M.; Arana, S.; Ceccarelli, P.S. & Adriano, E.A. Light and scanning electron microscopy of *Henneguya arapaima* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) and histology of infected sites in pirarucu (*Arapaima gigas*: Pisces: Arapaimidae) from the Araguaia River, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 157, n. 1, p. 59-64, 2008.

Gaines, A.P.L.; Lozano, L.E.S.; Viana, G.M.; Monteiro, P.C. & Araújo, C.S.O. Tissue changes in the gut of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), infected by the nematode *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929). *Neotropical Helminthology*, v. 6, n. 1, p. 147-157, 2012.

Inoue, L.A.K.A.; Bezerra, A.C.; Miranda, W.S.; Muniz, A.W. & Boijink, C.L. Cultivo de tambaqui em gaiolas de baixo volume: efeito da densidade de estocagem na produção de biomassa. *Ciênc. Anim. Bras.*, v. 15, n. 4, p. 437-443, 2014.

Ishikawa, M.M.; Silva, M.S.G.; Pádua, S.B.; Oliveira, J.A.; Dias, D.V.L. & Souza, B.H. *Procedimentos básicos para monitoramento da parasitofauna de peixes*. Jaguariúna: Embrapa, 2016, 5 p.

Jesus, E.C.; Cardoso, L.; Ferreira, T.H.; Martins, M.L. & Rodrigues, M.D.N. *Braga nasuta* (Cymothoidae): an ectoparasite of the Giant Amazonian fish *Arapaima gigas* (Osteoglossidae) fingerlings cultured in the Amazon region in Northern Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 39, n. 4, p. 507-511, 2017.

Kritsky, D.C.; Boeger, W.A. & Thatcher, V.E. Neotropical Monogenea. 7. Parasites of the pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescription of *Dawestrema cycloancistrum* Price and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, v. 98, n. 2, p. 321-331, 1985.

Kubitza, F. Manejo na produção de peixes. *Panorama da Aqüicultura*, v. 19, n. 112, p. 15-23, 2009.

Lima, A.F.; Rodrigues, A.P.O.; Varela, E.S.; Torati, L.S. & Maciel, P.O. A produção do pirarucu em cativeiro. *Aquaculture Brasil*, v. 8, n. 1, p. 42-49, 2017.

Lima, A.F.; Varela, E.S.; Maciel, P.O.; Alves, A.L.; Rodrigues, A.P.O.; Torati, L.S.; Matavelli, M. & Bezerra, T.A. *Manejo de plantel de reprodutores de pirarucu*. Brasília: Embrapa, 2015, 108 p.

Lopes, T.O.; Varella, A.M.B.; Pelegrini, L.S. & Malta, J.C.O. Os platyhelminthes parasitas do *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteichthyes: Arapaimatidae) criados em cativeiro no

estado do Amazonas, Brasil, in *XVII Jornada de Iniciação Científica PIBIC CNPq/FAPEAM/INPA*, Manaus, 2009.

Luque, J.L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 13, n. 1, p. 161-165, 2004.

Luque, J.L.; Aguiar, J.C.; Vieira, F.M.; Gibson, D.I. & Santos, C.P. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*, v. 3082, n. 1, p. 1-88, 2011.

Marcogliese, D. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, v. 124, n. 7, p. 83-89, 2002.

Marinho, R.G.B.; Tavares-Dias, M.; Dias-Grigório, M.K.R.; Neves, L.R.; Yoshioka, E.T.O.; Boijink, C.L. & Takemoto, R.M. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, n. 4, p. 1192-1202, 2013.

Marinho, R.G.B.; Tostes, L.V.; Borges, M.; Oba-Yoshioka, E.T. & Tavares-Dias, M. Respostas hematológicas de *Arapaima gigas* (Pisces: Arapaimidae) parasitados naturalmente por protozoários e metazoários. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 1, p. 105-108, 2015.

Martins, M.L. Manejo sanitário na piscicultura, p. 323-332, in Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M. & Lizama, M.L.P. *Sanidade de organismos aquáticos*. São Paulo: Livraria Varela, 2004, 426 p.

Miranda, L.H.; Marchiori, N.; Alfaro, C.R. & Martins, M.L. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) from *Arapaima gigas* cultivated in Peru. *Acta Amazonica*, v. 42, n. 3, p. 433-438, 2012.

Oliveira, M.S.B.; Corrêa, L.L.; Ferreira, D.O. & Tavares-Dias, M. Larvas de nematoides de potencial zoonótico infectando peixes carnívoros do baixo Rio Jari, no Norte do Brasil. *Biota Amazônia*, v. 9, n. 4, p. 50-52, 2020.

Oliveira, M.S.B.; Corrêa, L.L.; Ferreira, D.O.; Neves, L.R. & Tavares-Dias, M. Records of new localities and hosts for crustacean parasites in fish from the eastern Amazon in northern Brazil. *Journal of Parasitic Diseases*, v. 41, n. 2, p. 565-570, 2017.

Paladini, G.; Longshaw, M.; Gustinelli, A. & Shinn, A.P. Parasitic diseases in aquaculture: Their biology, diagnosis and control. In Austin, B.A. & Newaj-Fyzul, A. *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*. Wiley, 2017, 320 p.

Pereira, J.N.; Morey, G.A.M. & Malta, J.C.O. First record of *Dolops striata* (Branchiura: Argulidae) on *Arapaima gigas* from a fish farm in state of Pará, Brazil. *Folia Amazonica*, v. 26, n. 2, p. 205-208, 2017.

Rosa, K.R.; Nornberg, J.L.; Silva, L.K.S. & Kubota, E.H. Pirarucu: from its origins to commercial breeding. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 6586-6598, 2020.

Santos, A.K.S. & Malta, J.C.O. A fauna de Protozoa, Acanthocephala, Nematoda e Crustacea parasitados do *Arapaima gigas* (Shinz, 1822) (Osteichthyes: Arapaimatidae) criados em cativeiro na Amazônia Central. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM*, v. 4, n. 1, p. 74-79, 2014.

Santos, A.L.B. *Disseminação e potenciais riscos da necrose hepatopancreática aguda (AHPND) para carcinicultura: uma revisão*. Trabalho de conclusão de curso, graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 59 p., Fortaleza, 2021.

- Santos, C.P. & Moravec, F. Tissue-dwelling philometrid nematodes of the fish *Arapaima gigas* in Brazil. *Journal of Helminthology*, v. 83, n. 1, p. 295-301, 2009.
- Santos, S.M.C.; Ceccarelli, P.S. & Luque, J.L. Helminthos parasitos do pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae), no Rio Araguaia, Estado de Mato Grosso, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v. 17, n. 3, p. 171-173, 2008.
- Serrano-Martínez, E.; Tantaleán, V.M.; Leguía, P.G., Quispe, H.M. & Casas, V.G.C. Parásitos em *Arapaima gigas* de la Amazonía peruana según grupo etario. *Rev. Inv. Vet. Perú*, v. 26, n. 2, p. 303-309, 2015.
- Silva, A.M. & Ducan, W.P. Aspectos biológicos, ecologia e fisiologia do pirarucu (*Arapaima gigas*): uma revisão da literatura. *Scientia Amazonia*, v. 5, n. 13, p. 31-46, 2016.
- Silva, M.T. *Biodiversidade de helmintos de Arapaima gigas (Schinz) e Colossoma macropomum (Cuvier) em sistemas de cultivo no estado do Acre, sudoeste da Amazônia*. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, 122 p., Rio de Janeiro, 2017.
- Skilton, D.C.; Saunders, R.J. & Hutson, K.S. Parasite attractants: Identifying trap baits for parasite management in aquaculture. *Aquaculture*, v. 516, n. 1, p. 734557, 2020.
- Souza, A.K.S. & Malta, J.C.O. A new specie of branchiura (Crustacea: Argulidae) parasite of *Arapaima gigas* Schinz, 1822 from brazilian Amazon. *Neotropical Helminthology*, v. 12, n. 2, p. 187-193, 2018.
- Sures, B. How parasitism and pollution affect the physiological homeostasis of aquatic hosts. *Journal of Helminthology*, v. 80, n. 1, p. 151-157, 2006.
- Tavares-Dias, M. *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa, 2009. 724 p.
- Tavares-Dias, M.; Araújo, C.S.O.; Porto, S.M.A.; Viana, G.M. & Monteiro, P.C. Sanidade do tambaqui *Colossoma macropomum* nas fases de larvicultura e alevinagem. Macapá: Embrapa, 2013, 42 p.
- Tavechio, W.L.G.; Guidelli, G. & Portz, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. *B. Inst. Pesca*, v. 35, n. 2, p. 335-341, 2009.
- Younis, N.A.; Laban, S.E.; Al-Mokaddem, A.K. & Attia, M.M. Immunological status and histopathological appraisal of farmed *Oreochromis niloticus* exposed to parasitic infections and heavy metal toxicity. *Aquaculture International*, v. 28, n. 1, p. 2247-2262, 2020.
- Zevallos, L.T. & Cotrina, M. Identificación de parásitos en paiches “*Arapaima gigas*” juveniles. *Scientia Agropecuaria*, v. 8, n. 4, p. 305-314, 2017.