

DOI: 10.47209/2317-5729.v.8.n.4.p.08-14

Identificação da fauna endoparasitária do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados no município de Cacaulândia - RO

Josiane do Carmo Barreto¹, Angélica Lago Carvalho^{1*}, Juliana Minardi Galo¹, Roberto Luís da Silva Carvalho¹

¹Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Brasil

*Autor para correspondência. E-mail: angelica.carvalho@ifro.edu.br

Resumo

As enfermidades causadas por parasitos em peixes são responsáveis por grandes perdas na produção, gerando altas taxas de mortalidade ou diminuição das taxas de crescimento levando à perda do valor comercial e, com isso, ocasionando prejuízo ao piscicultor. Sessenta peixes provenientes de duas pisciculturas localizadas no município de Cacaulândia – RO foram examinados, dentre os quais 59 estavam infectados por pelo menos um espécime de acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956. Os peixes da Propriedade 01 apresentaram prevalência de 96,67% e intensidade média de 235,67 e, os da Propriedade 02 a prevalência foi de 100% e intensidade média de 48,27. Apesar da alta taxa de prevalência não foram observados casos de desnutrição ou mortes dos hospedeiros.

Palavras-chave: Parasito. Pescado. Acantocéfalo. Região Amazônica.

Identification of the endoparasitic fauna *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivated in Cacaulândia – RO

Abstract

Diseases caused by parasites in fish are responsible for large losses in production, generating high mortality rates or decreasing growth rates leading to loss of commercial value and, thus, causing damage to the fish farmer. Sixty fish from two fish farms located in the municipality of Cacaulândia – RO were examined, of which 59 were infected with at least one specimen of acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956. Fishes from Property 01 had a prevalence of 96.67% and average intensity of 235.67 and, while fish from Property 02 had a prevalence of 100% and an average intensity of 48.27. Despite the high prevalence rate, no cases of malnutrition or host deaths were observed.

Key words: Parasite. Fish. Acanthocephalan. Amazon region.

Introdução

A pesca exploratória de espécies de peixes nativas, durante décadas, levou à redução do tamanho do pescado comercializado (Malta *et al.*, 2001), que impulsionaram as atividades de criação em cativeiro das espécies de interesse zootécnico (Romero *et al.*, 2003). Na região Amazônica, o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), é considerado um peixe de fácil cultivo e apresenta facilidade na obtenção de juvenis além de bom potencial de crescimento e rusticidade, o que contribui para o aumento da produção e estimula pesquisadores e produtores a incrementar os sistemas de cultivo (Ismiño-Orbe *et al.*, 2003).

O tambaqui pertence à ordem Characiformes, considerada a maior espécie dessa ordem, (Morais *et al.*, 2009) e ainda o segundo maior peixe de escamas de água doce (Goulding & Carvalho, 1982). A espécie está distribuída no Brasil, nas bacias dos rios Solimões, Amazonas e Orinoco, onde é popularmente conhecida como “tambaqui”. Também encontrada na Venezuela e na Colômbia, sendo conhecida como “cachama” e no Peru como “gamitana” (Araújo-Lima & Goulding, 1998).

Por ser muito apreciada pela população Amazônica a espécie vem sofrendo consideráveis reduções em sua população pela pressão de pesca (Santos & Santos, 2005) e passou a fazer parte da lista de espécies

protegidas, tendo a pesca proibida durante o período de defeso, de novembro a março (Araújo-Lima & Goulding, 1998).

Sua fauna parasitária é bem diversa, composta por espécies de parasitos pertencentes aos grupos: Monera (bactérias) (Pilarski *et al.*, 2008); Protozoa (Santos *et al.*, 2018); Myxozoa (Molnár & Békési, 1993), Platyhelminthes: Monogenea (Kritsky *et al.*, 1979; Thatcher & Kritsky, 1983; Fischer *et al.*, 2003; Morais *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2018), Digenea (Fischer *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2018); Cestoda (Békési, 1992), Nematoda (Fischer *et al.*, 2003), Acanthocephala (Malta *et al.*, 2001; Fischer *et al.*, 2003) e Arthropoda: Copepoda (Thatcher & Paredes, 1985; Thatcher & Boeger, 1984, Fischer *et al.*, 2003); Branchiura (Malta & Varella, 1983); Isopoda (Fischer *et al.*, 2003; Tavares-Dias, 2014).

Em ambiente natural ocorre um equilíbrio entre a fauna parasitária e o hospedeiro, no entanto, em ambiente artificial e com cultivo intensivo, os animais ficam expostos à fatores como alta densidade de animais, variação dos parâmetros químicos, físicos e biológicos da água, alimentação deficiente e instalações inadequadas, que podem ocasionar o estresse nos peixes fazendo com que a resposta imune seja ineficiente para evitar a entrada de patógenos (Malta *et al.*, 2001).

As doenças causadas por parasitos em peixes são responsáveis por grandes perdas na produção, gerando altas taxas de mortalidade ou diminuição das taxas de crescimento levando à perda do valor comercial e, com isso, ocasionando prejuízo ao piscicultor (Eiras, 1994; Pavanelli *et al.*, 2002; Malta *et al.*, 2001). Apesar do crescimento da atividade aquícola no país, os estudos relacionados às doenças parasitárias em peixes ainda são restritos (Varella *et al.*, 2003).

Mesmo considerando que um sistema de cultivo de peixes é realizado em ambiente com monitoramento e controle dos parâmetros químicos, físicos e biológicos da água, em seu ideal, os peixes podem apresentar alguma forma de parasitismo, por isso a importância da identificação das espécies, com a finalidade de informação aos produtores, pois caso, seu cultivo seja acometido por algum tipo de parasito os mesmos tenham o conhecimento do ciclo de vida do parasito e possam, portanto, tomar providências, com a finalidade de evitar o agravamento do problema. Assim, este estudo tem como objetivo o diagnóstico da composição e estrutura das comunidades parasitárias de *Colossoma macropomum* cultivados no município de Cacaulândia – RO.

Material e métodos

Coleta de peixes e processamento dos parasitos

Foram analisados 60 tambaquis adultos oriundos de duas pisciculturas no município de Cacaulândia-RO, localizadas nas coordenadas S10°14'31,2'' e W63°12'44,64'' (Propriedade 01) e S10°15'18'' e W63°11'6'' (Propriedade 02), sendo 30 peixes de cada propriedade. Os exemplares foram adquiridos por doação dos piscicultores e recebidos já abatidos conservados em gelo e logo transportados para o Laboratório de Biologia do Instituto Federal de Rondônia – *Campus* Ariquemes, para realização da necropsia e mensuração, de acordo com Protocolo 003/2016 de autorização de atividades da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-IFRO).

A retirada do sistema digestório foi realizada por meio de um corte medial no sentido caudal-cranial, e então os órgãos dispostos em placa de Petri. O estômago e intestino foram separados para a verificação da presença de parasitos. As técnicas de fixação e quantificação foram realizadas conforme descritas por Eiras *et al.* (2000) e Tavares-Dias *et al.* (2001).

Estatística

Foi utilizada uma abordagem quantitativa visando identificar, em nível das infrapopulações parasitárias, os descritores ecológicos de prevalência, abundância, abundância média, intensidade e intensidade média para a espécie de parasito encontrado nos peixes de cada propriedade.

A prevalência foi calculada através do número de hospedeiros infectados/número de hospedeiros examinados multiplicado por 100. A intensidade foi identificada pelo número de indivíduos de uma espécie particular de parasitos em um simples hospedeiro. A intensidade média é definida pelo número total de parasitos de uma espécie particular encontrada na amostra dividido pelo número de indivíduos infectados com aquele parasito. A abundância média é definida pelo número total de indivíduos de um parasito em particular, dividido pelo número total de indivíduos infectados (Bush *et al.* 1997). Foi utilizado na análise de dados o software R versão 3.3.1 (R Core Team, 2016) e para a correlação entre comprimento dos hospedeiros e abundância parasitaria foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, para a comparação do tamanho médio dos peixes entre as propriedades foi utilizado o teste t de Student, ao nível de significância de 0,05.

Resultados e discussão

Os 60 exemplares apresentaram comprimento padrão médio de $42,13 \pm 2,713$ cm (Propriedade 01) e $38,83 \pm 6,023$ cm (Propriedade 02). Deste total, 59 espécimes estavam parasitados por pelo menos um parasito. Somente o acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae* foi encontrado no sistema digestório dos peixes examinados (Figura 1), apresentando 96,67% de prevalência para os peixes da Propriedade 01 e 100% de prevalência para os peixes da Propriedade 02 (Tabela 1).

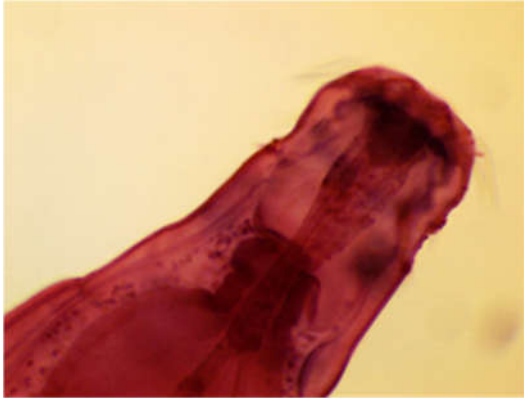


Figura 1. *Neoechinorhynchus buttnerae*.

Tabela 1. Comparação da prevalência, intensidade, intensidade média, abundância média dos helmintos *Neoechinorhynchus buttnerae* de *Colossoma macropomum* nas pisciculturas do município de Cacaúlândia – RO

Parasitos	Prevalência (%)		Intensidade		Intensidade média		Abundância média	
	P01	P02	P01	P02	P01	P02	P01	P02
Acanthocephala								
<i>Neoechinorhynchus buttnerae</i>	96,67	100	1-2.730	5-140	235,67	48,27	228,10	48,27



Figura 2. Intestino de *Colossoma macropomum* apresentando infecção por *Neoechinorhynchus buttnerae*.

Observou-se diferença significativa ($t = 2,736$; $p = 0,008$) no tamanho dos peixes entre as propriedades, sendo os exemplares coletados na Propriedade 01 maiores, em comprimento padrão, quando comparados com a da Propriedade 02. Não foi observada correlação significativa ($r = 0,064$; $p = 0,632$) entre o comprimento padrão e a quantidade de parasitos.

O filo Acanthocephala é composto por uma diversidade de gêneros, dentre os quais *Neoechinorhynchus* Stiles & Hassall, 1905 se destaca como um dos mais abundantes do filo. Inicialmente com

109 espécies descritas para o gênero, no entanto, devido a algumas inconsistências, somente 29 espécies são consideradas válidas (Amin, 2002).

Sete espécies de acantocéfalos são registras no Brasil (Amin, 2002; Thatcher, 2006; Santos *et al.* 2008;), dentre as quais, quatro delas são encontradas na região Amazônica: *N. (N.) buttnerae*; *N. (N.) pterodoridis*; *N. (N.) veropesoi*, e *N. (N.) curemai* (Noronha, 1984; Martins *et al.*, 2000; Thatcher, 2006; Santos *et al.*, 2008).

O acantocéfalo *N. buttnerae* não apresenta especificidade quanto aos seus hospedeiros intermediários, somente em relação aos hospedeiros definitivos (Kennedy, 2006). Sendo classificados como parasitos específicos de tambaqui (Golvan, 1956).

Em peixes, os helmintos adultos de acantocéfalos, apresentam especificidade parasitária pelo intestino (Santos *et al.*, 2013), como as espécies do gênero *Echinorhynchus* que se localiza na porção anterior do intestino (Malta *et al.*, 2009), enquanto a espécie *Dentitruncus truttae* apresentam preferência pelas porções anterior e média (Dezfuli *et al.*, 2008) e as do gênero *Tenuiproboscis*. habitam a região posterior do intestino (Sanil *et al.*, 2011). Para *N. buttnerae* coletados não foi possível verificar sua preferência de localização no intestino, pois devido à alta infecção pelo parasito, estes estavam presentes em todas as porções como também descrito por Maciel *et al.* (2008).

A relação entre hospedeiro e parasito pode ocorrer de forma equilibrada, no entanto, quando em altas infecções a competição direta entre eles pela absorção dos nutrientes pode gerar um déficit no crescimento do hospedeiro (Silva-Gomes *et al.*, 2017) e casos de desnutrição nos peixes (Pereira & Morey, 2018). No entanto, na pesquisa realizada, apesar dos peixes apresentarem alta intensidade parasitária não foi observado nenhum caso de desnutrição ou morte dos hospedeiros.

Em pisciculturas que não apresentam nenhum tipo de infecção podem apresentar contaminação do ambiente aquático a partir da captação de água contaminada, pois o ciclo de vida de *N. buttnerae* envolve componentes do zooplâncton, como crustáceos (anfípode, copépode, isópode ou ostracoda), como hospedeiro intermediário (Santos *et al.*, 2013). O peixe se infecta pela ingestão de crustáceo contendo cistacanto, forma larvar infectante do parasito (Nickol, 2006; Santos *et al.*, 2013).

Na década de 90, no município de Itacoatiara – AM ocorreu o primeiro relato de infecção por acantocéfalos da espécie *N. buttnerae* em tambaqui de cultivo (Malta *et al.*, 2001). Em 2008 foi realizado outro relato desse parasito na mesma região, causando a morte dos alevinos de tambaqui (Maciel *et al.*, 2008). O primeiro registro da presença do parasito em híbridos de tambacu no estado do Amapá (Silva *et al.*, 2013). Chagas *et al.* (2015) relataram em 2014 infecção por este parasito nas regiões de Itacoatiara, Manacapuru, Manaus e Rio Preto da Eva no estado do Amazonas, além dos estados de Rondônia, Mato Grosso e Maranhão.

Em algumas pisciculturas da região do Vale do Jamari – RO, foram registrados casos de tambaquis infectados por espécies do gênero *Neoechinorhynchus* sp. nas localidades de Alto Paraíso, Rio Crespo, Cacaúlândia, Machadinho, Cujubim e Ariquemes (Oliveira *et al.*, 2015).

Pereira e Morey (2018) registraram pela primeira vez a presença de *N. buttnerae* parasitando tambaqui cultivados no estado de Roraima, e observaram que a infecção levou a perda de massa corporal nos hospedeiros.

Ainda não se tem uma hipótese formada em relação à fonte primária de infecção pelo parasito, o mais provável é a transmissão por peixes selvagens, visto que as propriedades fazem captação de água dos rios onde habitam tambaquis de vida livre, ou também, pela introdução de peixes infectados para formação de plantel de reprodutores. Devido ao alto índice de infecção pelo acantocéfalo, algumas medidas vêm sendo tomadas em pisciculturas na região Norte, como o rodízio de espécies no cultivo com tambaqui e matrinxã, para a quebra do ciclo do parasito, pois *N. buttnerae* é considerado espécie-específico (Chagas *et al.*, 2016).

O sistema intensivo de cultivo demanda alta densidade de peixes e o manejo inadequado pode levar ao desenvolvimento de patógenos ocasionando um desequilíbrio no ambiente e com isso alterando os sistemas de defesa do hospedeiro (García *et al.*, 2013). Apesar do crescimento na área de piscicultura no estado de Rondônia ainda são poucos os estudos sobre doenças em cultivos de peixes (Godoi *et al.*, 2012). Com o aumento na produção em regime intensivo os produtores devem estar atentos aos cuidados para a prevenção de doenças (Morais *et al.*, 2009).

Segundo Chagas *et al.* (2015) o assunto sobre parasitose por acantocéfalos nos cultivos de pirarucus, tambaquis e seus híbridos vem sendo negligenciado, o que contribuiu para o aumento dos casos de infecção em peixes para a região Norte nos últimos anos, e atualmente essas parasitoses têm causado prejuízo aos piscicultores da região. Assim torna-se de extrema importância que medidas profiláticas sejam implantadas para minimizar a presença do parasito nas pisciculturas. Por este e outros motivos é necessário que novos estudos na área de sanidade sejam realizados a fim de evitar e/ou minimizar os problemas de parasitismo nos cultivos de peixes no estado de Rondônia.

Referências

- Araujo-Lima, C. A. R., & Goulding, M. (1998). *Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia*. Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, Tefé, 186p.
- Békési, L. (1992). Evaluation of data on ichthyopathological analyses in the Brazilian Northeast. *Ciência e Cultura*, 44(6), 400-403.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, 83(4), 575-583. doi: 10.2307/3284227
- Chagas, E. C., Maciel, P. O., & Aquino Pereira, S. L. (2015). Infecções por acantocéfalos: um problema para a produção de peixes. In: Tavares-Dias, M. & Mariano, W.S. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. Vol. 1. Editora Pedro e João, São Carlos, pp. 305-328.
- Chagas, E. C., Maciel, P. O., Jerônimo, G. T., Tavares-Dias, M., Pereira, S. L. A., Martins, M. L., & Pádua, S. B. (2016). Acantocéfalo – Doença negligenciada afeta peixes cultivados na Amazônia brasileira. *Revista Panorama da Aquicultura*, 26(158), 22-29.
- Dezfuli, B.S., Giovinazzo, G., Lui, A., & Giari, L. (2008) Inflammatory response to *Dentitruncus truttae* (Acanthocephala) in the intestine of brown trout. *Fish & Shellfish Immunology*, 24(6), 726-733. doi: 10.1016/j.fsi.2007.11.013
- Eiras, J. C. (1994) *Elementos de Ictioparasitologia*. Fundação Eng. Antônio de Almeida, Porto, Portugal, 339 pp.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2000) *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 171 pp.
- Fischer, C., Malta, J. C. O., & Varella, A. M. B. (2003). A fauna de parasitas do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) do médio rio Solimões (AM) e do baixo rio Amazonas (PA) e seu potencial como indicadores biológicos. *Acta Amazonica*, 33(4), 651-662. doi:10.1590/S0044-59672003000400012
- Garcia, F., Romera, D. M., Gozi, K. S., Onaka, E. M., Fonseca, F.S., Schalch S. H., Candeira, P. G., Guerra, L. O. M., Carmo, F. J., Carneiro, D. J., Martins, M. I. E. G., & Portella, M. C. (2013). Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*, 410, 51-56. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.010
- Godoi, M. M. I. M., Engracia, V., Lizama, M. L. A. P., & Takemoto, R. M. (2012). Parasite-host relationship between the tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) and ectoparasites, collected from fish farms in the City of Rolim de Moura, State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. *Acta Amazonica*, 42(4), 515 – 524. doi: 10.1590/S0044-59672012000400009
- Golvan, Y. J. (1956). Acanthocephales d'Amazonie. Rediscription d' *Oligacanthorhynchus iheringi* Travassos, 1916 et description de *Neoechinorhynchus buttnerae* n. sp. (Neocanthocephala-Neoechinorhynchidae). *Annales de Parasitologie*, 31, 500-524. doi:10.1051/parasite/1956315500
- Ismiño-Orbe, R. A., Araujo-Lima, C. A. R. M., & Gomes, L. C. (2003). Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 38(10), 1243-1247. doi: 10.1590/S0100-204X2003001000015
- Goulding, M., & Carvalho, M. L. (1982). Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): and important Amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1(2), 107-133. doi: 10.1590/S0101-81751982000200001
- Kennedy, C. Ecology of the acanthocephalan. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2006.
- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E., & Kayton, R. J. (1979). Neotropical Monogenoidea. 2. The Anacanthorinae Price, 1967, with the proposal of four new species os *Anacanthorus* Mizelle & Price, 1965, from Amazonian fishes. *Acta Amazonica*, 9(2), 355-361. doi:10.1590/1809-43921979092355
- Maciel, P. O., Affonso, E. G., & Onaka, E. M. (2008). Infestação massiva por *Neoechinorhynchus* sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) em tambaquís, *Colossoma macropomum*, jovens de piscicultura de Itacoatiara-AM, Brasil. In: X Encontro Brasileiro De Patologistas De Organismos Aquáticos, Búzios, Rio de Janeiro.

- Malta, J. C. O., Andrade, S. M. S., Aquino-Pereira, S. L., Tavares-Dias, M., & Varella, A. M. (2009). Parasitos do matrinxã *Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) na Amazônia central. In: Tavares-Dias, M. (Org.). *Manejo e Sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, pp.425-437.
- Malta, J. C. O., Gomes, A. L. S., Andrade S. M. S., & Varella, A. M. B. (2001). Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31(1), 133-143. doi: 10.1590/1809-43922001311143
- Malta, J. C. O., & Varella, A. M. B. (1983). Os argulídeos (Crustacea: Argulidae) da Amazônia Brasileira. Aspectos da ecologia de *Dolops striata* Bouvier, 1899 e *D. carvalhoi* Lemos de Castro, 1949. *Acta Amazonica*, 13(2), 299-306. doi: 10.1590/1809-43921983132299
- Martins, M. L., Fujimoto, R. Y., Andrade, P. M., & Tavares-Dias, M. (2000). Recent studies on *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae), in *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1836, from Volta Grande reservoir, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 60, 673-682. doi: 10.1590/S0034-71082000000400019
- Molnár, K., & Békési, L. (1993). Description of a new *Myxolobus* species, *M. colossomatis* n. sp. from the teleost *Colossoma macropomum* of the Amazon River basin. *Journal of Applied Ichthyology*, 9, 57-63. doi:10.1111/j.1439-0426.1993.tb00388.x
- Morais, A. M., Varella, A. M. B., Villacorta-Correa, M. A., & Malta, J. C. O. (2009). A fauna de parasitos em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characidae: Serrasalminae) criados em tanques-rede em lago de várzea da Amazônia Central. *Biologia Geral e Experimental*, 9(1), 14-23.
- Nickol, B. B. (2006). Phylum Acanthocephala. In: Woo, P. T. K. (Ed.). *Fish Diseases and Disorders, Vol.1: Protozoan and Metazoan Infections*. Canadá: University of Guelph, pp. 444-465. doi: 10.1079/9780851990156.0000
- Noronha, D. (1984). Remarks on *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 79(2), 271. doi: 10.1590/S0074-02761984000200016
- Oliveira, S. R. K. S., Bezerra, V. P., & Belo, M. A. A. (2015). Estudo da endofauna parasitária do tambaqui, *Colossoma macropomum*, em pisciculturas do Vale do Jamari, estado de Rondônia. *Enciclopédia Biosfera*, 11(21), 1026-1041.
- Pavanelli, G. C., Eiras, J. C., & Takemoto, R. M. (2002). *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. EDUEM, Universidade Estadual de Maringá, Nupélia, Maringá, Brasil. 264p.
- Pereira, J. N., & Morey, G. A. M. (2018). First record of *Neoechinorhynchus buttnerae* (Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae) on *Colossoma macropomum* (Characidae) in a fish farm in Roraima, Brazil. *Acta Amazonica*, 48, 42-45. doi: 10.1590/1809-4392201702411
- Pilarski, F., Rossini, A. J. & Ceccarelli, P. S. (2008). Isolation and characterization of *Flavobacterium columnare* from four tropical fish species in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(2), 409-414. doi: 10.1590/S1519-69842008000200025
- R Core Team. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.
- Romero, F. R., Esteban, M. A., Messeguer, J., Bravo, M., Gómez, G.D., Luna-Rojas, T., Jimenez, G., & Balcazar, J. L. (2003). *Estrategias de control de enfermedades en Acuicultura*. CIVA 2003. pp. 624-654.
- Sanil, N. K., Asokan, P. K., John, L., & Vijayan, K. K. (2011). Pathological manifestations of the acanthocephalan parasite, *Tenuiproboscis* sp. in the mangrove red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) (Forsskål, 1775), a candidate species for aquaculture from Southern India. *Aquaculture*, 310, 259-266. doi: 10.1016/j.aquaculture.2010.10.027
- Santos, C. P., Gibson, D. I., Tavares, L. E. R., & Luque, J. L. (2008). Checklist of Acanthocephala associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*, 1938, 1-22. doi: 10.5281/zenodo.184999

- Santos, C. P., Machado, P. M., & Santos, E. G. N. (2003) Acanthocephala. In: Pavanelli, G. C., Takemoto, R. M. & Eiras, J. C. *Parasitologia. Peixes de Água Doce*. EDUEM, Maringá, pp.353-370.
- Santos, G. M., & Santos, A. C. M. (2005). Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(54), 165-182. doi: 10.1590/S0103-40142005000200010
- Santos, M. A.; Peixoto, J. S.; Madi, R. R. & Espósito, T. S. (2018). Protozoan and metazoan parasites of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum* farmed in the Lower São Francisco, Brazil. *ActaFish*, 6(1), 29-34
- Silva, R. M., Tavares-Dias, M., Dias, M. W. R., Dias, M. K. R., & Marinho, R. G. B. (2013). Parasitic fauna in hybrid tambacu from fish farms. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8), 1049-1057. doi: 10.1590/S0100-204X2013000800034
- Silva-Gomes, A. L., Gomes Coelho-Filho, J., Viana-Silva, W., Braga-Oliveira, M. I., Bernardino, G., & Costa, J. I. (2017). The impact of *Neoechinorhynchus buttnerae* (Golvan, 1956) (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) outbreaks on productive and economic performance of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), reared in ponds. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(2), 496-500. doi: 10.3856/vol45-issue2-fulltext-25
- Tavares-Dias, M.; Araújo, C. S. O.; Barros, M. S., & Viana, G. M. (2014). New hosts and distribution records of *Braga patagonica*, a parasite Cymothoidae of fishes from the Amazon. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 18(1), 91-97. doi: 10.14210/bjast.v18n1.p91-9
- Tavares-Dias, M., Martins, M. L., & Moraes, F. R. (2001). Fauna parasitária de peixes oriundos de pesque-pague do município de Franca, São Paulo, Brasil. I. Protozoários. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 67-79. doi: 10.1590/S0101-81752001000500005
- Thatcher, V. E. (2006). *Amazon fish parasites* (2aEd.). Moscow: Editora Aquatic Biodiversity in Latin America, 508p.
- Thatcher, V. E., & Boeger, W. A. (1984). The parasitic crustaceans of fishes of the Brazilian Amazon, 13. *Gamidactylus jaraquensis* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoidea: Vaigamidae) from nasal fossae of *Semaprochilodus insignis* (Schomburgki). *Amazoniana*, 8(3), 421-426.
- Thatcher, V. E., & D. C. Kritsky, (1983). Neotropical Monogenoidea. 4. *Linguadactyloides brinkmanni* gen. et sp. n. (Dactylogyridae: Linguadactyloidea: subfam.n.) with observations on its pathology in a Brazilian freshwater fish, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 50(2), 305-311.
- Thatcher, V. E., & Paredes, V. (1985). A parasitic copepod *Perulernaea gamitanae* gen. et sp. nov. (Cyclopoida: Lernaecidae), from the nasal fossae of a Peruvian Amazon food fish. *Amazoniana*, 9(2), 169-175.
- Varella, A. M. B., Peiro, S. N., & Malta, J. C. O. (2003). Monitoramento da parasitofauna de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Osteichthyes: Characidae) cultivados em tanques-rede em um lago de várzea na Amazônia, Brasil. In: Urbinati, E. C. & Cyrino, J. E. P. (Eds.). *Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura*. Jaboticabal, São Paulo. pp. 95-106.