



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**ÉLIDA JERONIMO GOUVEIA**

**RELAÇÃO DO MANEJO E ASPECTOS ECOLÓGICOS DE  
ACANTOCÉFALOS ACOMETENDO HÍBRIDOS PATINGA EM  
PISCICULTURAS COMERCIAIS**

**DOURADOS/MS**

**2019**

ÉLIDA JERONIMO GOUVEIA

**RELAÇÃO DO MANEJO E ASPECTOS ECOLÓGICOS DE  
ACANTOCÉFALOS ACOMETENDO HÍBRIDOS PATINGA EM  
PISCICULTURAS COMERCIAIS**

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental”.

**Área de concentração:** Ciência Ambiental

**Orientadora:** Prof. Dra. Márcia Regina Russo

**DOURADOS**

**2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

G719r	<p>Gouveia, Élica Jeronimo. Relação do manejo e aspectos ecológicos de acantocéfalos acometendo híbridos Patinga em pisciculturas comerciais. / Élica Jeronimo Gouveia. – Dourados, MS: UFGD, 2019.</p> <p>Orientadora: Prof. Dra. Marcia Regina Russo. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Acantocéfalos. 2. Peixes redondos. 3. Grande Dourados. 4. Dieta. 5. Bioacumulação. I. Título.</p>
-------	---

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL

---

### Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: **“Relação entre manejo e aspectos ecológicos de acantocéfalos parasitando Patingas em pisciculturas comerciais”**, de autoria de **Élida Jeronimo Gouveia**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

---

Prof.ª Dr.ª Márcia Regina Russo  
Presidente da banca examinadora

---

Prof. Dr. Anderson Ferreira  
Membro Examinador (UFGD)

---

Prof.ª Dr.ª Márcia Mayumi Ishikawa (participação remota)  
Membro Examinador (EMBRAPA)

Dourados/MS, 25 de junho de 2019.

## AGRADECIMENTOS

À **DEUS**, por estar sempre presente em minha vida, me guiando, dando força e sabedoria principalmente nos momentos difíceis.

À minha mãe **Maria Rosa**, qualquer palavra é insignificante perto da gratidão que é ter você em minha vida, obrigada pelo apoio e por nunca me deixar desistir dos objetivos.

Aos meus avós **Maria** e **Antônio** (*in memoriam*) (razões do meu viver), obrigada pela educação, pelo carinho e por me dar suporte e incentivo ainda quando criança para que eu pudesse estudar.

Aos meus irmãos **Érica**, **Érick** e sobrinhas **Nahuana**, **Ana Júlia**... agradeço pelo apoio e carinho.

À professora **Dra. Márcia Russo**, obrigada pela paciência, pelas sugestões, pelos conhecimentos compartilhados e por acreditar em meu trabalho. Você é um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido, grata pela sua orientação. A sua humildade nos fascina!

Ao professor **Dr. Yzel**, por me apresentar o mundo da pesquisa (iniciação científica) e dos peixes. Obrigada pela paciência e pelos ensinamentos.

Aos membros da banca de qualificação **Dra. Kelly Regina Ibarrola Viera**, **Dr. Ricardo Zanon Bassos** e da defesa. **Dr. Anderson Ferreira** e **Dra. Márcia Mayumi Ishikawa**.

Ao **Núcleo de Pesquisa em Aquicultura** (Nupaq-MS).

À **Fernanda**, pela amizade, conselhos e ideias compartilhadas.

Às novinhas do laboratório... **Manu** (“Baru”, “Taidão”, “Barukleison”) e **Sarah** (“Saracura”), obrigada pela amizade, pelo ajuda nas coletas e no laboratório. Obrigada também por tornarem nossos dias mais leves. Juro que sentirei saudades de vocês.

À **Lidy**, pessoa incrível que o mestrado me deu. Você passou do status de concorrente desconhecida para amiga parceira, que a nossa amizade esteja sempre viva. Obrigada pelas ideias compartilhadas, por me apresentar a parasitologia de peixes, pela ajuda na execução do trabalho (campo, laboratório e escrita). Agradeço também por ouvir

minhas aflições, meus choros, meus medos e também por dividir os momentos favoráveis (cervejinha gelada, viagens). Você se tornou uma pessoa muito especial em minha vida, conte sempre comigo “cabeça de bagre”.

À **Lu**, obrigada pela amizade e pelos conselhos.

À todos os amigos e colegas. Em especial à **Claudinha**, por sempre dizer “se não estudar, não vai passar”, “se vira nega kkkk”. Ao **Jhonathan**, **Tatiana** e **Selita** (irmãos da graduação).

Aos vizinhos de laboratório **Bruno** e **Luiza**, obrigada pela amizade, apoio nos dias de coletas, e pelos momentos de descontrações.

À professora **Dra. Claudia Andrea Lima Cardoso** pela análise dos metais.

Aos **motoristas** da Universidade Federal da Grande Dourados.

Aos **piscicultores**, por aceitarem a realização da pesquisa e pela ajuda durante as coletas dos peixes.

À **Capes** pelo apoio financeiro.

À **Universidade Federal da Grande Dourados**.

**GRATIDÃO!!!**

“Nem tudo é como você quer

Nem tudo pode ser perfeito

Pode ser fácil se você

Ver o mundo de outro jeito”

(Arnaldo Lima/Fernando Ouro Preto)

## Resumo

O híbrido Patinga é resultado do cruzamento entre o macho de *Piaractus brachypomus*, espécie de origem amazônica com a fêmea de *Piaractus mesopotamicus*, oriunda da bacia do rio Paraguai e Paraná. É o híbrido mais produzido na região da Grande Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, em decorrência de determinados fatores, como: o rápido crescimento, hábito alimentar onívoro e aceitação de mercado. No entanto, algumas pisciculturas que produzem este híbrido têm enfrentado problemas com a alta infestação de acantocéfalos, dificultando assim, a comercialização desses peixes. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a influência da qualidade de água na abundância de acantocéfalos, bem como investigar os aspectos biológicos deste grupo de parasito que acomete a Patinga em pisciculturas comerciais da região da Grande Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. As coletas foram realizadas entre Outubro/2017 e Junho/2018. Foram coletados amostras de peixes, zooplâncton e sedimentos. Também foram aferidos dados da qualidade de água dos tanques. A transparência da água foi o único parâmetro abiótico que diferiu entre as pisciculturas e apresentou valores abaixo do limite estabelecido para a produção de peixes. A espécie de acantocéfalo identificada foi *Echinorhynchus gomesi*. Não foi verificada correlação significativa entre a abundância de *E. gomesi* com o fator de condição, o comprimento do intestino e comprimento padrão dos peixes, além disso, o fator de condição não diferiu entre os peixes parasitados e não parasitados. A dieta dos peixes foi composta por 21 itens alimentares. Foi registrado nas amostras da piscicultura 1, um indivíduo de Calanoida abrigando a larva acantela de *E. gomesi*. A análise de metais detectou a presença de Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Crômio (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) nas amostras de músculos, acantocéfalos e sedimentos. Este é o primeiro estudo que registra a ocorrência de *E. gomesi* em híbridos Patinga. As práticas de manejos inadequadas são fatores determinantes para o aumento populacional dos acantocéfalos, uma vez que a qualidade de água é alterada, os hospedeiros intermediários encontram condições favoráveis para aumentar a população e assim serem ingeridos pelos peixes de cultivos. A bioacumulação dos metais pelos acantocéfalos possivelmente foi influenciada pelo período de cultivo da Patinga, tempo que os parasitos ficaram nos peixes ou até mesmo a baixa eficiência de *E. gomesi*.

Palavras-chave: *Echinorhynchus gomesi*, Peixes redondos, Grande Dourados, Dieta, Bioacumulação.

## ABSTRACT

The Patinga hybrid is the result cross between the male *Piaractus brachypomus*, specie of Amazonian with the female the *Piaractus mesopotamicus* from the Paraguay and Paraná rivers basins. It is one of the most produced hybrids in the state of Mato Grosso do Sul because of its rapid growth, omnivorous feeding habit, resulting in acceptance in the market. Some fish farms that produce this hybrid have faced problems with the high acanthocephalans infestation, making it difficult to commercialize these fish. In this sense, this study aimed to evaluate the influence of water quality on the abundance of acanthocephalans, as well as to investigate the biological aspects of this group of parasites that affect Patinga in commercial fish farms in the region of Grande Dourados, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. The collections were made between October/2017 and June/2018. Fish, zooplankton and sediment samples were collected. Water quality data from the tanks were also measured. Water transparency was the only abiotic parameter that differed between fish farms and presented values below the limit established for fish production. The identified acanthocephalans species was *Echinorhynchus gomesi*. There was no significant correlation between *E. gomesi* abundance and condition factor, gut length and standard fish length, and the condition factor did not differ between parasitized and non-parasitized fish. The fish diet consisted of 21 food items. It was recorded in the samples of fish farming 1, an individual from Calanoida housing the *E. gomesi* acanthella larva. Metal analysis detected the presence of cadmium (Cd), lead (Pb), chromium (Cr), copper (Cu), iron (Fe), nickel (Ni) and zinc (Zn) in muscle, acanthocephalans and sediment samples. . This is the first study that records the occurrence of *E. gomesi* in Patinga hybrids. Inadequate management practices are determinant factors for the population increase of acanthocephalans, since the water quality is altered, the intermediate hosts find favorable conditions to increase the population and thus to be ingested by farmed fish. The bioaccumulation of the metals by the acanthocephalans was possibly influenced by the Patinga cultivation period, the time the parasites remained in the fish or even the low efficiency of *E. gomesi*.

Keywords: *Echinorhynchus gomesi*, Round fish, Grande Dourados, Diet, Bioaccumulation.



## LISTAS DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Localização das pisciculturas A, B, C, D, E, concentradas na região da Grande Dourados-MS.....26
- Figura 2.** Medidas de transparência da água das pisciculturas (A, B, C, D, E), localizadas na região da Grande Dourados-MS.....29
- Figura 3.** *Echinorhynchus gomesi* amostrado nas pisciculturas A, B, C, localizadas na região da Grande Dourados – MS. a) Corpo inteiro da fêmea; b) Probóscide.....30
- Figura 4.** Fator de condição dos peixes parasitados (alta e baixa infestação) e não parasitados (nenhuma infestação) por *E. gomesi*, provenientes das pisciculturas A, B, C, D e E, localizadas na região da Grande Dourados – MS.....31

### CAPÍTULO II

- Figura 1.** Localização das pisciculturas P1, P2 e P3, concentradas na região da Grande Dourados-MS.....41
- Figura 2.** Composição da dieta de Patinga coletados na P1, P2 e P3, localizadas na região da Grande Dourados – MS. \*MAD: restos de animais não identificados.....44
- Figura 3.** Grupos de zooplâncton amostrados na P1, P2 e P3, localizadas na região da Grande Dourados-MS.....45
- Figura 4.** Exemplar de Calanoida coletado na P1 abrigando a larva de acantela de *E. gomesi*.....46

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Dados biométricos (comprimento padrão, peso com média  $\pm$  desvio padrão) dos indivíduos de Patinga coletados nas pisciculturas, localizadas na região da Grande Dourados – MS.....27
- Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da água das pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados – MS.....28
- Tabela 3.** Índices parasitológicos de *E. gomesi* provenientes dos indivíduos de Patinga amostrados nas pisciculturas, localizadas na região da Grande Dourados – MS.....30
- Tabela 4.** Coeficiente da Correlação de Spearman (*rs*) entre a abundância de acantocéfalos, o fator de condição, comprimento do intestino e comprimento total dos peixes amostrados nas pisciculturas A, B e C, localizadas na região da Grande Dourados – MS.....31

### CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Categoria e itens alimentares registrados no conteúdo estomacal dos exemplares de Patinga coletados na P1, P2 e P3, localizadas na região da Grande Dourados - MS.....41
- Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da água das pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados – MS.....45
- Tabela 3.** Concentração de metais nos músculos de Patinga coletadas nas pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados - MS. Valores de limites estabelecidos pela Anvisa (2013).....46
- Tabela 4.** Concentração de metais presentes nos sedimentos amostrados nas pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados - MS. Valores de limites estabelecidos pela resolução do Conama 354/2012.....47
- Tabela 5.** Concentração de metais ( $\mu\text{gg}^{-1} \pm \text{SD}$ ) presentes nos *E. gomesi* amostrados na P1 localizada na região da Grande Dourados - MS.....47

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations

MPA- Ministério da Pesca e Aquicultura

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MS- Mato Grosso do Sul

CEUA- Comissão de Ética no Uso de Animais

pH- Potencial Hidrogeniônico

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

SD- Desvio padrão

## Sumário

Resumo .....	16
1. Revisão Bibliográfica .....	14
1.1. Peixes redondos no Brasil .....	14
1.2. Acantocéfalos em peixes redondos.....	15
2. Objetivo geral.....	18
2.1. Objetivos específicos .....	18
3. Referências bibliográficas.....	19
Capítulo I. <i>Echinorhynchus gomesi</i> acometendo híbrido Patinga (♀ <i>Piaractus mesopotamicus</i> x ♂ <i>Piaractus brachypomus</i> ) cultivado em pisciculturas de Mato Grosso do Sul.....	24
RESUMO .....	24
1. Introdução .....	25
2. Materiais e Métodos .....	26
2.1. Área de estudo.....	26
2.2. Coleta de dados .....	26
2.3. Análise de dados.....	28
3. Resultados.....	28
4. Discussão .....	31
5. Conclusão.....	33
6. Referências Bibliográficas.....	34
Capítulo II. Aspectos biológicos de <i>Echinorhynchus gomesi</i> Machado Filho, 1948 acometendo híbrido Patinga cultivados em pisciculturas de Mato Grosso do Sul .....	39
Resumo .....	39
1. Introdução .....	40
2. Materiais e Métodos .....	41
2.1. Área de estudo.....	41
2.2. Coleta dos peixes e análise da dieta .....	41

2.3. Coleta dos parâmetros físicos e químicos da água.....	42
2.4. Coleta dos acantocéfalos.....	42
2.5. Coleta e análise do zooplâncton.....	43
2.6. Análise dos metais.....	43
3. Resultados.....	44
4. Discussão.....	47
5. Referências.....	51

## 1. Revisão Bibliográfica

### 1.1. Peixes redondos no Brasil

Nos últimos anos, o Brasil tem ocupado um dos 13 primeiros lugares no ranking mundial de produção de organismos aquáticos, ainda que em termos de produção possua dados incipientes, quando comparado com os maiores produtores mundiais, tais como, China, Índia, Indonésia e Vietnã (FAO, 2018). É um país considerado promissor na produção aquícola em decorrência da diversidade de espécies com potenciais zootécnicos, disponibilidade hídrica e clima favorável (MPA, 2011).

Dentre as diversas atividades realizadas no setor aquícola nacional, a piscicultura continental é um dos ramos mais avançados, na qual são produzidas espécies nativas, exóticas e híbridos em diferentes sistemas de produção (BRABO et al., 2016; VALLADÃO et al., 2016). As espécies de peixes mais comuns variam entre as regiões, de modo que a região Norte é representada pela produção das espécies de pirarucu, pirapitinga e tambaqui; na região Nordeste predomina a produção de tilápia; na região Sudeste, pacu, pintado e tilápia; na região Sul a preferência é por carpa, jundiá, tilápia. Na região Centro-Oeste, os pintados e peixes redondos (pirapitinga, pacu, tambaqui e seus híbridos) são destaques na produção (EMBRAPA, 2017; SAINT-PAUL, 2017).

Especialmente no que diz respeito à região Centro-Oeste, o território da Grande Dourados é um dos polos mais produtivos, composto por vários municípios que possuem pequenas (média de quatro hectares) e grandes pisciculturas (maior que 15 hectares), na qual são produzidas diversas espécies de peixes, inclusive os redondos (DUTRA, 2014; BRABO et al., 2016; SILVA et al., 2017).

O grupo dos peixes redondos é representado pelas espécies nativas pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e os híbridos Patinga (*Piaractus mesopotamicus* fêmea x *Piaractus brachypomus* macho), tambacu (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus mesopotamicus* macho) e tambatinga (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus brachypomus* macho). No ano de 2017, este grupo contribuiu com aproximadamente 145.857.691 kg na produção total de peixes no Brasil (IBGE, 2017).

Os híbridos produzidos no estado de Mato Grosso do Sul são resultados de cruzamentos entre as espécies de pacu, pirapitinga e tambaqui. De acordo com vários autores (PINHEIRO et al., 1991; CALCAGNOTTO et al., 1999; BARTLEY et al., 2001; GOMES et al., 2010; HASHIMOTO et al., 2011; RAHMAN et al., 2013), a

hibridização é uma técnica bastante utilizada na aquicultura, tendo como intuito a transferência de características que irão influenciar no bom desempenho dos organismos aquáticos, seja no aumento da taxa de crescimento, maior resistência à patógenos, facilidade no ganho de peso, rusticidade, ou na maior aceitação de alimentos artificiais.

A Patinga é resultado da hibridização interespecífica entre o macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), espécie de origem amazônica (GOULDING, 1979) com a fêmea de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), oriunda da bacia do rio Paraguai e Paraná (AGOSTINHO, 1997). Não existem dados sobre a produção deste híbrido no estado do Mato Grosso do Sul. No entanto, de acordo com os relatos dos piscicultores, a Patinga é um dos híbridos mais produzidos nas pisciculturas da região da Grande Dourados, devido ao rápido crescimento, quando comparado com pacu e tambacu.

Paralelamente ao aumento na produção de peixes, as pisciculturas têm enfrentado problemas de sanidade por conta das práticas de manejos inadequadas, favorecendo assim, a proliferação de patógenos e conseqüentemente, grandes perdas econômicas (MEYER, 1991; MARTINS et al., 2001). As Patingas produzidas nas pisciculturas da região da Grande Dourados, em especial aquelas de mão de obra familiar, têm sido rejeitadas pelos frigoríficos de peixes devido à alta infestação por acantocéfalos, mesmo sabendo que tais parasitos não são zoonóticos.

### *1.2. Acantocéfalos em peixes redondos*

Os parasitos são organismos que exploram os hospedeiros em busca de recursos metabólicos ou habitats, podendo viver na superfície dos hospedeiros como ectoparasitos ou nos órgãos internos como endoparasitos (PAVANELLI et al., 2008).

Nos ambientes naturais, os parasitos de peixes são considerados importantes componentes da biodiversidade, assumindo o papel de indicadores dos aspectos biológicos, pois fornecem informações da filogenia, recrutamento, dieta e migração dos hospedeiros, além de serem excelentes indicadores ambientais (WILLIAMS et al., 1992; LAFFERTY et al., 2008; SHEEHAN et al., 2016; BAIA et al., 2018).

Por outro lado, nos ambientes de cultivo de peixes, fatores como: altas densidades, juntamente com o arraçoamento inadequado, má qualidade de água (variação nos parâmetros físicos e químicos) e deficiências nutricionais, podem influenciar na instabilidade da tríade parasito-hospedeiro-ambiente, causando o estresse, debilitando o sistema imunológico dos peixes, deixando-os suscetíveis aos parasitos e

outros microrganismos (OSTRENSKY e BOEGER, 1998; FRANCESCHINI et al., 2013). Por sua vez, os parasitos interferem no desenvolvimento dos peixes, possibilitando infecções secundárias, e em certos casos de altas infestações levam à morte dos hospedeiros (TAVARES-DIAS et al., 2001; PAVANELLI et al., 2008).

Dos helmintos, o grupo acantocéfalo possui menor importância nas pisciculturas em termos de prejuízos econômicos e aos hospedeiros, contudo, a patogenia vai depender diretamente do tamanho e números de ganchos presente na probóscide (THATCHER, 2006; PAVANELLI et al., 2013). Das complicações, os acantocéfalos causam perfurações e alterações histopatológicas no intestino, afetando a mucosa, submucosa e tecido muscular, seguido de inflamações e granulomas (TAKEMOTO et al., 2004; JERÔNIMO et al., 2017; MATOS et al., 2017).

O filo Acanthocephala possui aproximadamente 1.298 espécies de parasitos, sendo distribuídas em quatro classes: Archiacanthocephala, Eoacanthocephala, Palaeacanthocephala e Polyacanthocephala (AMIN, 2013). Apesar da baixa diversidade de espécies, este filo possui alto sucesso evolutivo, de tal modo que habitam em hospedeiros de ambientes aquáticos e terrestres (KENNEDY, 2006). Possuem ciclo de vida heteróximo, sendo que na fase larval utilizam artrópodes como hospedeiro intermediário e na forma adulta fixam-se no intestino do hospedeiro definitivo, sendo eles todos os vertebrados (aves, anfíbios, répteis, mamíferos), inclusive os peixes (KENNEDY, 2006).

Assim como os demais endoparasitos, os acantocéfalos fornecem informações sobre a dieta do hospedeiro, uma vez que participam do fluxo energético do ecossistema por meio da infecção de vários níveis tróficos (MARCOGLIESE, 1999). Além disso, são excelentes bioacumuladores de metais, respondendo rapidamente a presença de substâncias químicas e acumulando altas concentrações, quando comparada com o hospedeiro ou demais amostras (sedimento e água) (SCHLUDERMANN et al., 2003; THIELEN et al., 2004; KENNEDY, 2006; PALLER et al., 2016).

Diversos estudos relataram a ocorrência das espécies de acantocéfalos que acometem os peixes redondos produzidos nas diferentes regiões do Brasil (MALTA et al., 2001; SILVA et al., 2013; DIAS et al., 2015; JERÔNIMO et al., 2017; LOURENÇO et al., 2017; PEREIRA e MOREY, 2018). No estado de Mato Grosso do Sul, o maior número de registros foi nos ambientes naturais com diferentes espécies de peixes, destacando alguns deles realizados com *Echinorhynchus jucundus* em *Piaractus mesopotamicus* (CAMPOS et al., 2009), *Echinorhynchus paranensis* em *Pygocentrus*



*nattereri* (VICENTIN et al., 2013), *Neoechinorhynchus curemai* em *Prochilodus lineatus* (SANTOS et al., 2003; PEREIRA et al., 2018) e *Quadrigyrus machadoi* em *Gymnotus* spp. (ISAAC et al., 2004).

Em contrapartida, os registros em pisciculturas são escassos, principalmente para aquelas que produzem peixes redondos, existindo apenas o trabalho de Pereira (2015) na qual identificou *Echinorhynchus gomesi* em *Piaractus mesopotamicus* e Ventura et al. (2017) na qual relataram descamação da mucosa intestinal e danos mecânicos profundos no intestino de Patinga causados por *Echinorhynchus jucundus*.

Neste sentido, o estudo da fauna de acantocéfalos nas pisciculturas de peixes redondos da região da Grande Dourados, se justifica por conta dos relatos de altas infestações, que tem implicado em dificuldades na comercialização desse híbrido pelos produtores, fato este que pode estar relacionado à qualidade de água e/ou manejo dos plantéis.

Em suma, o conhecimento sobre as condições ambientais na qual os peixes de cultivo estão inseridos, bem como a dinâmica do grupo acantocéfalo é de fundamental importância para entender quais os fatores que possibilitam o aumento da população deste parasito nos hospedeiros, a fim de propor medidas sustentáveis de prevenção e controle (PAVANELLI et al., 2008).

## **2. Objetivo geral**

Identificar os fatores abióticos e bióticos que podem influenciar na abundância de acantocéfalos, bem como investigar os aspectos ecológicos deste grupo de parasito que acomete Patinga em pisciculturas comerciais do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

### **2.1. Objetivos específicos**

#### **Capítulo I**

Identificar a espécie de acantocéfalo que acomete Patinga e verificar a influência do manejo na abundância deste grupo de parasito em pisciculturas da região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

#### **Capítulo II**

Analisar a associação da dieta dos indivíduos de Patinga com a carga de *Echinorhynchus gomesi*;

Identificar qual o grupo de zooplâncton é utilizado como hospedeiro intermediário;

Verificar a possível acumulação de metais nos acantocéfalos, músculos dos hospedeiros e nos sedimentos dos tanques de cultivo de Patinga.

### 3. Referências bibliográficas

AGOSTINHO, A. A. et al. Composição, abundância e distribuição espaço temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A. E. A. M., AGOSTINHO, A. A., HAHN, N. S. **A planície de inundação do ato rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. EDUEM, Maringá, 1997, p. 179-208.

AMIN, O. M. Classification of the Acanthocephala. **Folia Parasitologica**, v. 60, n. 4, p. 273-305, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.14411/fp.2013.031>.

BAIA, R. R. J. et al. Patterns of the parasite communities in a fish assemblage of a river in the Brazilian Amazon region. **Acta Parasitologica**, v. 63, n. 2, p. 304-316, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/ap-2018-0035>.

BARTLEY, D. M., RANA, K., IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 10, n. 3, p. 325-337, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1016691725361>.

BRABO, M. F. et al. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries And Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 52-58, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2312/Actafish.2016.4.2.50-58>.

CALCAGNOTTO, D., ALMEIDA-TOLEDO, L. F., BERNARDINO, G., TOLEDO-FILHO, S. A. Biochemical genetic characterization of F1 reciprocal hybrids between neotropical Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and Tambaqui (*Colossoma macropomum*) reared in Brazil. **Aquaculture**, n. 174, p. 51-57, 1999.

CAMPOS, C. M. et al. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Characiformes) from Aquidauana and Miranda Rivers, Pantanal, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 87-92, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842009000100010>.

DIAS, M. K. R. et al. Parasitismo em Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 2, p. 231-238, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201400974>.

DUTRA, F. M. **Análise da estrutura, conduta e desempenho da cadeia produtiva do peixe no município de Dourados/MS**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Agronegócio, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2014.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesca e aquicultura**. Palmas: Embrapa, 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/> >. Acesso em: 5 dez. 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization. The state of world fisheries and aquaculture. **Meeting The Sustainable Development Goals**. Roma, p. 227, 2018.

FRANCESCHINI, L. et al. Parasitic infections of *Piaractus mesopotamicus* and hybrid (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) cultured in Brazil. **Revista**

**Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, n. 3, p. 407-414, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612013000300015>.

GOMES, L. C., SIMÕES, L. N., ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. 2010. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L.C. (Eds.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010, p. 589–606.

GOULDING, M. 1979. **Ecologia da pesca do rio Madeira**. Manaus, CNPq/INPA. 172 p.

HASHIMOTO, D. T. et al. Molecular diagnostic methods for identifying Serrasalmid fish (Pacu, Pirapitinga and Tambaqui) and their hybrids in the Brazilian aquaculture industry. **Aquaculture**, v. 321, p. 49-53, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.018>.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. SIDRA. Pesquisa pecuária municipal: tabela 3940 – produção da aquicultura, por tipo de produto. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017> > Acesso em: 20 mai. 2019.

ISAAC, A. et al. Composição e estrutura das infracomunidades endoparasitárias de *Gymnotus* spp. (Pisces: Gymnotidae) do rio Baía, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 453-462, 2004.

JERÔNIMO, G. T. et al. *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala) infection in farmed *Colossoma macropomum*: a pathological approach. **Aquaculture**, v. 469, p. 124-127, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.11.027>.

KENNEDY, C. R. **Ecology of the Acanthocephala**. Cambridge University Press. New York, USA. 2006. 249 p.

LAFFERTY, K. D. et al. Parasites in food webs: the ultimate missing links. **Ecology Letters**, v. 11, n. 6, p. 533-546, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01174.x>.

LOURENÇO, F. S. et al. Ocorrência de *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *buttnerae* Golvan, 1956 (Acanthocephala: Neochinorhynchidae) em *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Serrasalmidae) provenientes de uma piscicultura da Amazônia Brasileira. **Folia Amazonica**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.24841/fa.v26i1.414>.

MALTA, J. C. O. et al. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neochinorhynchidae) em Tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 1, p. 133-143, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43922001311143>.

MARCOGLIESE, D. J. Ecological monitoring and assessment network: (EMAN) Protocols for measuring biodiversity: Parasites of fishes in freshwater. Environment Canada, St. Lawrence Centre and Parasitology Module Steering Committee, p. 22, 1999.

MARTINS, M. L. et al. Mebendazole treatment against *Anancanthorus penilabiatus* (Monogenea, Dactylogyridae) gill parasite of cultivated *Piaractus mesopotamicus* in Brazil. Efficacy and hematology. **Acta Parasitologica**, v. 46, n. 4, p. 332-336, 2001.

MATOS, L. V. et al. Morphological and histochemical changes associated with massive infection by *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala: Neochinorhynchidae) in the farmed freshwater fish *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 from the Amazon State, Brazil. **Parasitol Res.**, v. 116, n. 3, p. 1029-1037, 2017.

MEYER, F. P. Aquaculture disease and health management. **Journal Of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4201-4208, 1991. DOI: <http://dx.doi.org/10.2527/1991.69104201x>.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. 2011. Brasília – DF, 60p. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2011\\_bol\\_bra.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol_bra.pdf)>. Acesso em: 15 mai 2019.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.

PALLER, V. G. V. et al. Acanthocephalan Parasites (*Acanthogyrus* sp.) of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) as Biosink of Lead (Pb) Contamination in a Philippine Freshwater Lake. **Bulletin Of Environmental Contamination And Toxicology**, v. 96, n. 6, p. 810-815, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00128-016-1790-y>.

PAVANELLI, G. C., EIRAS, J. C., TAKEMOTO, R. M. **Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: EDUEM. 2008. 311 p.

PAVANELLI, G. C., TAKEMOTO, R. M., EIRAS, J. C. **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: EDUEM. 2013. 452 p.

PEREIRA, E. S. et al. Fish parasite diversity in the Amambai river, State Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 40, p. 1-7, 2018.

PEREIRA, J. N., MOREY, G. A. M. First record of *Neoechinorhynchus buttnerae* (Eoacantocephala, Neochinorhynchidae) on *Colossoma macropomum* (Characidae) in a fish farm in Roraima, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 48, n. 1, p. 42-45, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201702411>.

PEREIRA, N. L. **Parasitas metazoários de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dos híbridos Patinga e tambacu cultivados na região da Grande Dourados-MS, Brasil**. 2015. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Palotina - PR, 2015.

PINHEIRO, M. H. P., SILVA, J. W. M., NOBRE, M. I. S., PINHEIRO, F. A. Cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *Colossoma brachypomum* Cuvier, 1818, na densidade de 5000 peixes/Ha. **Revista Ciência Agronômica**, n. 22, p. 77-87, 1991.

RAHMAN, M. A. et al. Inter-Specific Hybridization and Its Potential for Aquaculture of Fin Fishes. **Asian Journal Of Animal And Veterinary Advances**, v. 8, n. 2, p. 139-153, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/ajava.2013.139.153>.

SAINT-PAUL, U. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development: Espécies nativas de peixes impulsionam o desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Acta Of Fisheries And Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2017.

SANTOS, S. M. C., CECCARELLI, P. S., RÊGO, R. F. Helminthos em peixes do Pantanal sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 16, p. 15-26, 2003.

SCHLUDERMANN, C. et al. Fish macroparasites as indicators of heavy metal pollution in river sites in Austria. **Parasitology**, n. 126, p. S61-S69, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182003003743>.

SHEEHAN, K. L. et al. Parasite assemblages of Double-crested Cormorants as indicators of host populations and migration behavior. **Ecological Indicators**, v. 67, p. 497-503, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.008>.

SILVA, R. M. et al. Parasitic fauna in hybrid Tambacu from fish farms. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 48, n. 8, p. 1049-1057, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800034>.

SILVA, T. S. C. et al. Caracterização das Propriedades Piscícolas de Peixes Redondos da Grande Dourados, MS. **Embrapa Agropecuária Oeste**, Dourados-MS, p. 1-40, 2017.

TAKEMOTO, R. M. et al. Parasitos de peixes de águas continentais. **In.:** Ranzani-Paiva, M. J. T., Takemoto, R. M., Lizama, M. de los A. P. (orgs.). **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004, p. 179-198.

TAVARES-DIAS, M. et al. Fauna parasitária de peixes oriundos de "pesque-pagues" do município de Franca, São Paulo, Brasil: II Metazoários. **Revista Bras. Zool**, v. 1, n. 18, p. 81-95, 2001.

THATCHER, V. E. **Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites**. Sofia, Bulgaria: Pensoft, 2006.

THIELEN, F. et al. The intestinal parasite *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala) from barbel as a bioindicator for metal pollution in the Danube River near Budapest, Hungary. **Environmental Pollution**, v. 129, p. 421-429, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2003.11.011>.

VALLADÃO, G. M. R., GALLANI, S. U., PILARSKI, F. South American fish for continental aquaculture. **Reviews In Aquaculture**, v. 10, n. 2, p. 351-369, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/raq.12164>.

VENTURA, A. S. et al. Descrição histopatológica das lesões intestinais de híbrido Patinga parasitado. **Rev Ciên Vet Saúde Públ**, v. 4, n. 1, p. 2-8, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/revcivet.v4i1.34347>.

VICENTIN, W. et al. Metazoan endoparasites of *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Serrasalminidae) in the Negro River, Pantanal, Brazil. **Rev. Bras. Parasitol. Vet., Jaboticabal**, v. 22, n. 3, p. 331-338, 2013.

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, n. 2, p. 144–176, 1992.

**Capítulo I.** *Echinorhynchus gomesi* acometendo híbrido Patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *Piaractus brachypomus*) cultivado em pisciculturas de Mato Grosso do Sul

**RESUMO**

No estado de Mato Grosso do Sul, o híbrido Patinga é destaque em termos de produção. Contudo, algumas pisciculturas que produzem este híbrido têm enfrentado problemas no cultivo e na comercialização, devido à alta infestação de acantocéfalos. O objetivo do estudo foi identificar a espécie de acantocéfalo que acomete a Patinga e verificar a influência do manejo na abundância deste parasito em pisciculturas de engorda localizadas na região da Grande Dourados. As coletas foram realizadas de Outubro/2017 a Junho/2018. A transparência da água foi o único parâmetro de qualidade de água que diferiu entre as pisciculturas e apresentou valores abaixo do limite estabelecido para a produção de peixes. A *Echinorhynchus gomesi* foi registrada pela primeira vez em Patinga. Não foi verificada correlação significativa entre a abundância de *E. gomesi* com o fator de condição, o comprimento do intestino e comprimento padrão dos peixes. O fator de condição não diferiu entre os peixes parasitados e não parasitos. Os resultados do estudo sugerem que a infestação por acantocéfalos é consequência das práticas de manejos inadequadas, uma vez que a qualidade de água é alterada, os hospedeiros intermediários encontram condições favoráveis para aumentar a população e assim serem ingeridos pelos peixes de cultivos.

Palavras-chave: Acantocéfalos, Peixes redondos, Comercialização, Grande Dourados.

Manuscrito redigido nas normas da revista Aquaculture.



## 1. Introdução

A Patinga é resultado da hibridização interespecífica entre o macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), oriundo da bacia amazônica (Goulding, 1979) com a fêmea de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), natural da bacia do rio Paraguai e Paraná (Agostinho, 1997). É um dos híbridos mais produzidos no estado do Mato Grosso do Sul, devido ao hábito alimentar onívoro (implica no menor custo da ração), rápido crescimento e aceitação no mercado (Torres et al., 2017).

Esse híbrido compõe a Ordem Characiformes, conhecidos vulgarmente como o grupo dos peixes redondos que é composto por híbrido Patinga (*Piaractus mesopotamicus* fêmea x *Piaractus brachypomus* macho), tambacu (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus mesopotamicus* macho), tambatinga (*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus brachypomus*) e pelas espécies nativas *Piaractus mesopotamicus*, *Piaractus brachypomus* e *Colossoma macropomum*.

Em termos de produção, embora exista uma relação positiva entre o rendimento piscícola e a intensificação de peixes nos ambientes de cultivos, a alta densidade de peixes associada às práticas de manejos inadequadas podem influenciar negativamente na saúde desses organismos, favorecendo a proliferação de patógenos (Ostrensky e Boeger, 1998; Franceschini et al., 2013). Os endoparasitos e ectoparasitos são considerados problemas na produção de peixes, de tal modo que afetam o desenvolvimento, deixando-os suscetíveis às outras doenças e, em determinadas situações podem levar à morte dos hospedeiros (Meyer, 1991; Tavares-Dias et al., 2001).

Dentre os diversos parasitos que ocorrem na piscicultura, os acantocéfalos tem menor importância no quesito prejudicar os hospedeiros, visto que a patologia vai depender das espécies de acantocéfalos, do tamanho do hospedeiro, da intensidade de infecção e do nível de penetração da probóscide (Eiras et al., 2006; Pavanelli et al., 2013). São parasitos intestinais, possuem ciclo heterógeno, utilizam como hospedeiro intermediário os artrópodes e como hospedeiro definitivo as aves, mamíferos, répteis e peixes (Crompton e Nickol, 1985; Kennedy, 2006).

No Brasil, a ocorrência de acantocéfalos em peixes redondos cultivados nas pisciculturas foi relatada por Malta (2001), Silva et al. (2013), Dias et al. (2015), Jerônimo et al. (2017), Lourenço et al. (2017), Pereira e Morey (2018) entre outros autores. Especialmente para o Mato Grosso do Sul, estudos sobre a fauna de

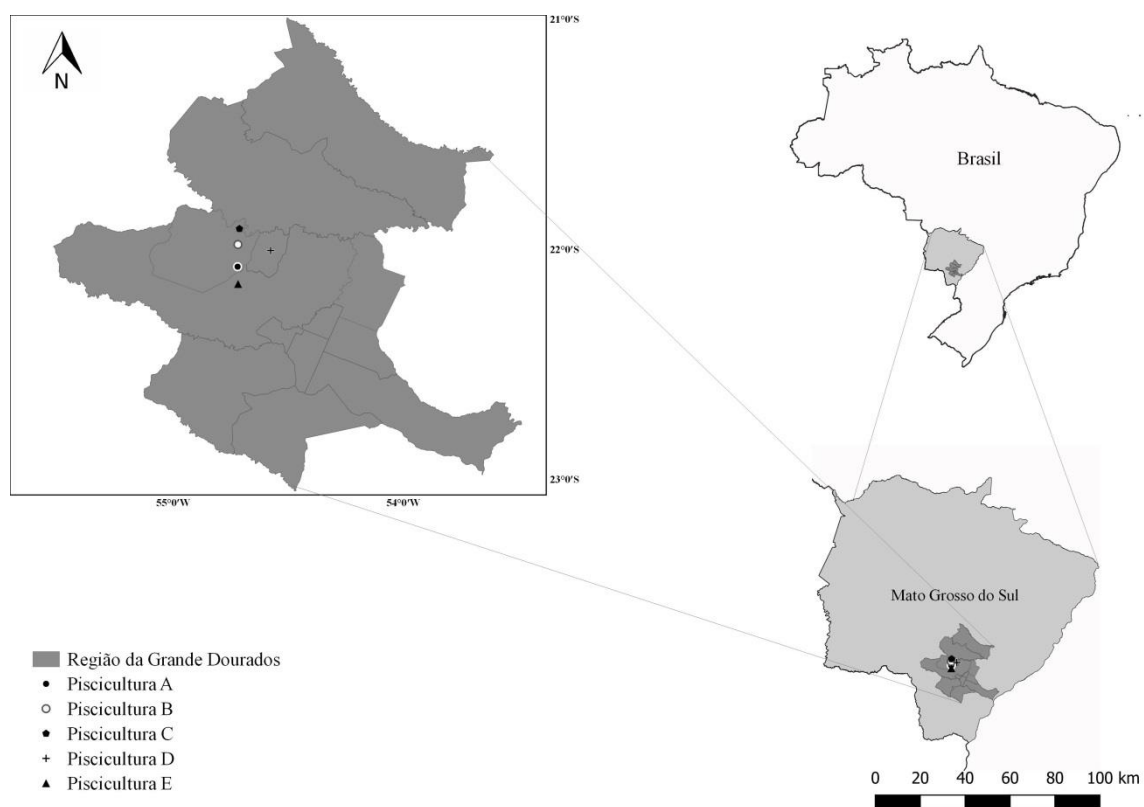
acantocéfalos em ambientes de cultivos são escassos, existindo apenas os trabalhos de Pereira (2015) e Ventura et al. (2017).

Diante disso, o objetivo do estudo foi identificar a espécie de acantocéfalo que acomete Patinga e verificar a influência do manejo na abundância deste grupo de parasito, em pisciculturas da região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de estudo

As coletas dos peixes foram realizadas durante o período de Outubro/2017 a Junho/2018, em cinco pisciculturas de engorda, localizadas na região da Grande Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.



**Figura 1.** Localização das pisciculturas A, B, C, D, E, concentradas na região da Grande Dourados-MS.

### 2.2. Coleta de dados

Em cada coleta foram aferidos os valores de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e temperatura com o auxílio da sonda multiparâmetro (Hanna®, HI 9828). Os valores de transparência foram determinados por meio do Disco de Secchi.

Os peixes foram amostrados com o auxílio de tarrafa, em seguida, os indivíduos foram transportados vivos em sacos plásticos com água para o Laboratório de Biologia Aquática Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Os peixes foram anestesiados com Eugenol ( $50\text{mg/L}^{-1}$ ), eutanasiados por concussão cerebral, autorizado pelo comitê de ética da universidade (Protocolo nº 20/2018 – CEUA/UFGD). Posteriormente foi realizada a biometria dos organismos. A relação dos indivíduos coletados e os dados biométricos estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados biométricos (comprimento padrão, peso com média  $\pm$  desvio padrão) dos indivíduos de Patinga coletados nas pisciculturas, localizadas na região da Grande Dourados – MS.

Pisciculturas	Indivíduos (n= 137)	Comprimento total (cm)	Peso (kg)
A	7	$39,57 \pm 7,61$	$3,282 \pm 2,76$
B	8	$47,45 \pm 4,29$	$3,658 \pm 0,39$
C	42	$23,96 \pm 3,99$	$0,522 \pm 0,23$
D	40	$31,03 \pm 4,73$	$1,325 \pm 0,54$
E	40	$28,85 \pm 4,05$	$1,077 \pm 0,42$

O intestino de cada indivíduo foi analisado com o intuito de verificar a presença de acantocéfalos, cada intestino foi medido (mm), aberto longitudinalmente e colocado em placa de Petri com água destilada, em seguida foram refrigerados por aproximadamente 14 horas para a reversão da probóscide. Os acantocéfalos coletados foram fixados em formol 5% e conservados em álcool 70%. Para a montagem das lâminas permanentes, os acantocéfalos foram corados em Carmim acético, clarificados em creosoto de faia e montados em balsamo do Canadá, também foram montadas lâminas provisórias com Ácido Lático (Amato et al., 1991; Eiras et al., 2006).

Para a identificação dos acantocéfalos foram utilizadas chaves específicas do grupo (Machado Filho, 1959; Yamaguti, 1963; Amin, 2013). Foi calculada a abundância média, intensidade média e prevalência conforme sugerido por Bush et al. (1997). Os espécimes da espécie de acantocéfalos foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências (CHIBB) UNESP, *campus* de Botucatu e na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC).

### 2.3. Análise de dados

A fim de verificar diferenças estatísticas nos parâmetros físicos e químicos da água das diferentes pisciculturas (A, B, C, D, E) foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) e quando houvesse diferença significativa, foi aplicado o Teste de Tukey.

Foi calculado o fator de condição (indicativo do bem estar) de cada peixe por meio da equação:  $Kn = Wt/We$  (Le Cren, 1951).

Para avaliar possíveis correlações entre a abundância de acantocéfalos com o fator de condição, o comprimento do intestino e o comprimento total dos peixes, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Spearman.

Para investigar possíveis diferenças estatísticas entre o fator de condição dos peixes parasitados e não parasitados foi realizado o teste de Kruskal-Wallis (KW), para isso os espécimes de peixes foram agrupados da seguinte maneira: nenhuma infestação (ausência de acantocéfalos), baixa infestação (7 a 89 acantocéfalos por peixes) e alta infestação (90 a 567 acantocéfalos).

Todas as análises foram realizadas na plataforma R (R Development Core Team 2013).

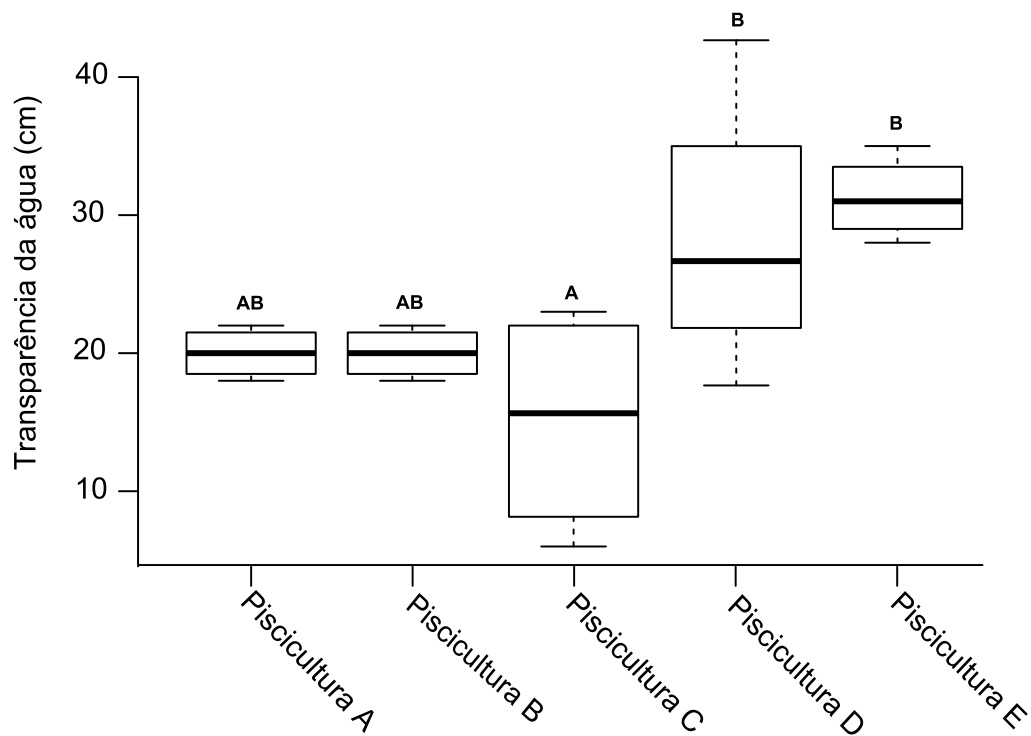
### 3. Resultados

Foram amostrados os parâmetros físicos e químicos da água em cada coleta nas diferentes pisciculturas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da água das pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados – MS.

Propriedades de Pisciculturas					
Parâmetros	A	B	C	D	E
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,078 ± 0,005	0,075 ± 0,005	0,084 ± 0,025	0,060 ± 0,005	0,055 ± 0,01
pH	6,54 ± 0,01	7,31 ± 0,17	7,52 ± 0,39	7,49 ± 0,63	7,28 ± 0,47
Oxigênio dissolvido (mg/L <sup>-1</sup> )	8,02 ± 0,67	5,55 ± 0,65	5,52 ± 2,03	6,01 ± 1,39	4,97 ± 2,12
Temperatura (°C)	25,52 ± 0,17	25,21 ± 0,22	25,06 ± 4,20	26,05 ± 1,55	26,28 ± 1,02
Transparência (cm)	20 ± 1,58	20 ± 1,58	15,07 ± 7,12	28,41 ± 9,02	65,25 ± 27,47

Por meio da Análise de variância (ANOVA) não foi constatada diferenças significativas na condutividade elétrica (F= 2,35 e p= 0,10), pH (F= 2,86 e p= 0,06), oxigênio dissolvido (F= 1,81 e p= 0,17) e temperatura (F= 2,05 e p= 0,13). Em contrapartida, houve diferença nos valores de transparência da água (F= 4,64 e p= 0,01), sendo que a piscicultura C diferiu dos locais da D (p= 0,05) e E (p= 0,01) (Figura 2).



**Figura 2.** Medidas de transparência da água das pisciculturas (A, B, C, D, E), localizadas na região da Grande Dourados – MS.

A espécie de acantocéfalo identificada foi *Echinorhynchus gomesi* (Machado Filho, 1948) (Figura 3). Este é o primeiro registro desta espécie de parasito em indivíduos de Patinga cultivados no estado de Mato Grosso do Sul. Os exemplares foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências, UNESP, *campus* de Botucatu (CHIBB nº 8596) e na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC nº 38595).





**Figura 3.** *Echinorhynchus gomesi* amostrado nas pisciculturas A, B, C, localizadas na região da Grande Dourados – MS. a) Corpo inteiro da fêmea; b) Probóscide.

Todos os peixes amostrados nas pisciculturas A, B e C estavam infectados por *E. gomesi*, de tal modo que na piscicultura A foram contabilizados 544 parasitos, 820 na piscicultura B e 5882 indivíduos na piscicultura C. Já os peixes da piscicultura D e E não estavam parasitados por acantocéfalos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Índices parasitológicos de *E. gomesi* provenientes dos indivíduos de Patinga amostrados nas pisciculturas, localizadas na região da Grande Dourados – MS.

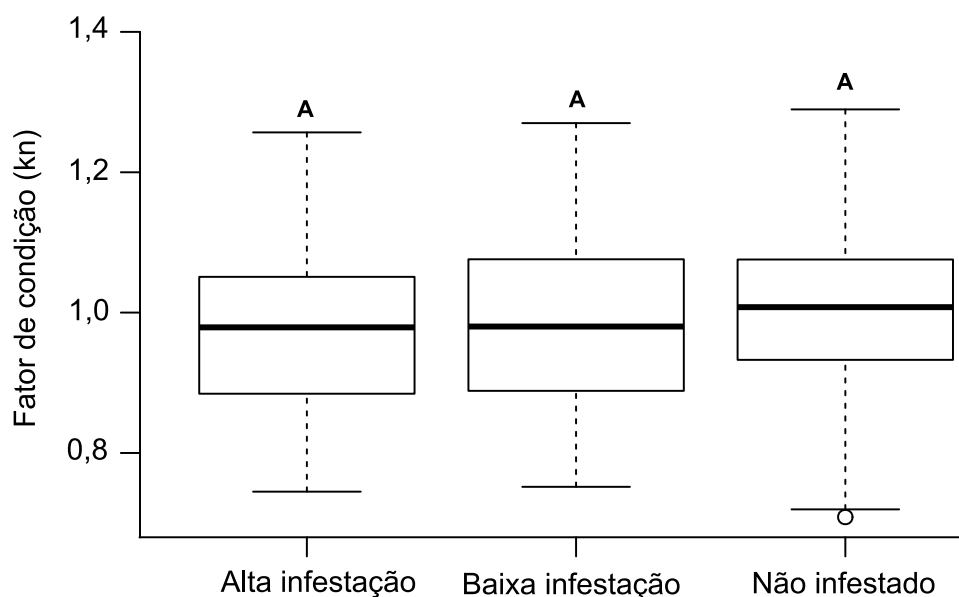
Propriedades	Prevalência (%)	Intensidade	Abundância	Número total de
		média	média	acantocéfalos
A	100%	117,14	117,14	820
B	100%	68	68	544
C	100%	140,04	140,04	5.882
D	0	0	0	0
E	0	0	0	0

Apesar de todos os peixes amostrados nas pisciculturas A, B e C estarem parasitados por *E. gomesi*, a análise de Coeficiente da Correlação de Spearman ( $r_s$ ) não verificou associação significativa entre a abundância de acantocéfalos com o fator de condição, o comprimento do intestino e o comprimento total dos peixes (Tabela 4).

**Tabela 4.** Coeficiente da Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre a abundância de acantocéfalos, o fator de condição, comprimento do intestino e comprimento total dos peixes amostrados nas pisciculturas A, B e C, localizadas na região da Grande Dourados – MS.

Dados biométricos	Abundância de <i>E. gomesi</i>	
	$R_s$	P
Fator de condição	-0,1909	0,1548
Comprimento do intestino (mm)	-0,0498	0,7125
Comprimento total (cm)	-0,1502	0,2647

A presença (baixa infestação e alta infestação) ou ausência (nenhuma infestação) não interferiu no fator de condição dos peixes amostrados (KW= 1,61 e  $p= 0,44$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Fator de condição dos peixes parasitados (alta e baixa infestação) e não parasitados (nenhuma infestação) por *E. gomesi* provenientes das pisciculturas A, B, C, D e E, localizadas na região da Grande Dourados – MS.

#### 4. Discussão

Embora a piscicultura esteja crescendo constantemente, o entendimento sobre o funcionamento dos ambientes de cultivos e interação entre os fatores abióticos e bióticos necessitam ser investigados, visto que qualquer alteração nestes ambientes modifica a qualidade de água e conseqüentemente altera o sistema fisiológico e imunológico dos peixes (Sipaúba-Tavares e Santeiro, 2013; Bhatnagar e Devi, 2013; FAO, 2018).

A qualidade de água nas pisciculturas depende diretamente das variações físicas, químicas e biológicas do sistema em que os peixes estão inseridos, ainda que cada espécie possua o limite de tolerância para determinados parâmetros ambientais, existem faixas de valores disponíveis na literatura para um desenvolvimento satisfatório dos organismos cultivados (Boyd e Tucker, 1998; Sipaúba-Tavares, 2013).

A transparência da água foi o único parâmetro que diferiu estatisticamente entre os locais, sendo que as pisciculturas A, B e C apresentaram valores abaixo do limite de tolerância. Para ambientes de cultivos de peixes é recomendada uma faixa de 25 a 70 cm de transparência, valores menores implicam na necessidade de controlar esta variável, além disso, a baixa visibilidade indica o florescimento de algas e conseqüentemente um elevado consumo de oxigênio (Kubitza, 2003; Sipaúba-Tavares, 2013; Júnior et al., 2018).

A espécie *E. gomesi* foi registrada pela primeira vez em indivíduos de Patinga cultivados no Mato Grosso do Sul. Essa espécie é nativa do Brasil, foi descrita em 1948 por Machado Filho no hospedeiro *Prochilodus nigricans*. Foi registrada em peixes da família Characinidae (Characidae) e da subfamília Mylinae (Serrasalminae) (Golvan e Buron, 1987). No ambiente de piscicultura, o estudo de Pereira (2015) relatou a ocorrência desta espécie parasitando um dos parentais do híbrido estudado (*Piaractus mesopotamicus*).

Todos os peixes amostrados na piscicultura A, B e C estavam parasitados. Esses resultados podem ser explicados pela ausência de manejos essenciais para uma boa produção, tais como: a estrutura dos tanques (cascata) adotada por um dos locais amostrados, reaproveitamento da água, alimentação inadequada (uso alimentos alternativos como mandioca, milho), floração de algas (não avaliada, porém observada), esvaziamento parcial dos tanques no final do ciclo de cultivo, além do fato de não haver nenhum tipo de monitoramento dos parâmetros de qualidade de água.

Diversos estudos têm relatado a influência direta do manejo e qualidade de água na comunidade planctônica devido às cargas de nutrientes oriundas dos restos de alimentos, fertilização e fezes dos peixes, possibilitando condições propícias para o aumento destes organismos (Casé et al., 2008; Sipaúba et al., 2011). Desse modo, os fatores citados acima podem ter estimulado o crescimento populacional de microcrustáceos (hospedeiros intermediários) e conseqüentemente a proliferação de acantocéfalos.



Em contrapartida, as pisciculturas D e E não tiveram ocorrência de acantocéfalos, possivelmente em decorrência sanitização (secagem do solo e adição de cal hidratada), aquisição de alevinos saudáveis, renovação da água, controle no arraçoamento e nas cargas de nutrientes, mantendo assim, o ambiente equilibrado, livre da manifestação de patógenos (Pavanelli et al., 2008; Dias et al., 2015; Lourenço et al., 2017).

A abundância de *E. gomesi* não interferiu no fator de condição dos peixes, além do mais, não foi detectada diferença significativa desta variável entre os peixes parasitados e não parasitados. Nos estudos de Pereira e Morey (2018) e Chagas et al. (2019) constataram correlação positiva entre o fator de condição dos peixes e o número de *Neoechinorhynchus buttnerae*. Estudos recentes como de Silva-Gomes et al. (2017) avaliou a presença de *N. buttnerae* na produção de *Colossoma macropomum*, onde verificaram baixo desempenho e rendimento produtivo nas pisciculturas amostradas, em consequência do retardo no crescimento e perda da massa corporal apresentada pelos hospedeiros parasitados.

A inexistência da relação o tamanho do peixe e a abundância de acantocéfalos no estudo também foi verificada por Campos et al. (2009), Pereira (2015), na qual não encontraram correlação entre o comprimento total/padrão dos indivíduos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e abundância de *E. jucundus* e *E. gomesi*. Em contrapartida, estudos como de Fischer et al. (2003), Lacerda et al. (2009), Violante-González et al. (2016), Lourenço et al. (2017) verificaram associação positiva entre o tamanho do peixe e abundância de acantocéfalos do gênero *Neoechinorhynchus*, de tal modo que os peixes maiores abrigavam maior quantidade de parasitos, quando comparado com os menores.

O comprimento do intestino dos peixes não implicou em uma maior abundância de acantocéfalos, uma vez que a maioria das espécies deste grupo de parasito tem preferência por uma região particular do intestino, sendo provável que esta escolha esteja relacionada com as necessidades nutricionais dos parasitos (Crompton, 1973; Kennedy, 2006; Aguiar et al., 2018). Cabe ressaltar que essa condição foi observada no momento da coleta dos acantocéfalos, na qual os indivíduos estavam fixados na porção anterior do intestino e em alguns casos foram encontrados no estômago dos peixes.

## 5. Conclusão

A produção de peixes quando realizada com práticas de manejos adequadas e sustentáveis, refletem diretamente na saúde do ambiente e dos organismos presentes,

evitando assim, a proliferação de patógenos e prejuízos econômicos. De acordo com os resultados expostos, é possível inferir que a abundância de acantocéfalos é consequência do manejo inadequado, visto que a alteração nas condições abióticas favorece o aumento populacional dos hospedeiros intermediários, possibilitando o fechamento do ciclo de vida do parasito. A espécie *E. gomesi* foi registrada pela primeira vez em indivíduos de Patinga cultivados nas pisciculturas de Mato Grosso Sul, resultado importante para se traçar medidas de prevenção, e assim, evitar perdas econômicas nas propriedades que comercializam este híbrido.

## 6. Referências Bibliográficas

Agostinho, A.A., Junior, H.F.J., Gomes, L.C., Bini, L.M., Agostinho, C.S., 1997. Composição, abundância e distribuição espaço temporal da ictiofauna, in: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (Eds.), A planície de inundação do ato rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM, Maringá, pp. 179-208.

Aguiar, L.S., Oliveira, M.I.B., Matos, L.V., Gomes, A.L.S., Costa, J.I., Silva, G.S., 2018. Distribution of the acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* and semiquantitative analysis of histopathological damage in the intestine of Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Parasitology Research, 117, 1689-1698. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5840-8>.

Amato, J.F.R., Boeger, W.A., Amato, S.B., 1991. Protocolos para laboratório coleta e processamento de parasitas do pescado. Imprensa Universitária, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Amin, O.M., 2013. Classification of the Acanthocephala. Folia Parasitologica. 60(4), 273-305. <http://dx.doi.org/10.14411/fp.2013.031>.

Bhatnagar, A., Devi, P., 2013. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. International Journal of Environmental Sciences, 3(6), 1-30.

Boyd, C.E., Tucker, C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostaki, A.W., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. J. Parasitol. 83, 575-583. <http://dx.doi.org/10.2307/3284227>.

Campos, C.M., Takemoto, R.M., Fonseca, V.E., Moraes, F.R., 2009. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Characiformes) from Aquidauana and Miranda Rivers, Pantanal, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 69(1), 87-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842009000100010>.

Casé, M., Leça, E.E., Leitão, S.N., Sant'Anna, E.E., Schwamborn, R., Junior, A.T.M., 2008. Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. Marine Pollution Bulletin, 56(7), 1343-1352. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.02.008>.

Chagas, E.C., Aquino-Pereira, S.L., Benavides, M.V., Brandão, F.R., Monteiro, P.C., Maciel, P.O., 2019. *Neoechinorhynchus buttnerae* parasitic infection in Tambaqui (*Colossoma macropomum*) on fish farms in the state of Amazonas. Bol. Inst. Pesca, 45(2), 1-6. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.2.499>.

Crompton, D.W. T., Nickol, B.B., 1985. Biology of Acanthocephala. Cambridge University Press, New York, USA.

Crompton, D.W.T., 1973. The sites occupied by some parasitic helminths in the alimentary tract of vertebrates. Biol. Rev. 48(1), 27-83. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1973.tb01114.x>.

- Dias, M.K.R., Neves, L.R., Marinho, R.G.B., Pinheiro, D.A., Tavares-Dias, M., 2015. Parasitismo em Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 45(2), 231-238. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201400974>.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C., 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2ª ed. Eduem, Maringá.
- FAO. Food and Agriculture Organization. The state of world fisheries and aquaculture. Meeting The Sustainable Development Goals. Roma, p. 227, 2018.
- 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, estado do Amazonas (AM) e do Baixo Rio Amazonas, estado do Pará (PA), e seu potencial como indicadores biológicos. *Acta Amazonica*, 33(4), 651-662. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000400012>.
- Franceschini, L., Zago, A.C., Schalch, S.H., Garcia, F., Romera, D.M., Silva, R.J., 2013. Parasitic infections of *Piaractus mesopotamicus* and hybrid (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) cultured in Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 22(3), 407-414. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612013000300015>.
- Golvan, Y.J., Buron, I., 1987. Les hôtes des Acanthocéphales. II- Les hotes définifs. 1. Poissons. *Annales de Parasitologie humaine et comparée*, 63(5), 349-375.
- Goulding, M., 1979. Ecologia da pesca do rio Madeira. Manaus, CNPq/INPA.
- Jerônimo, G.T., Pádua, S.B., Belo, M.A.A., Chagas, E.C., Taboga, S.R., Maciel, P.O., Martins, M.L., 2017. *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala) infection in farmed *Colossoma macropomum*: a pathological approach. *Aquaculture*, 469, 124-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.11.027>.
- Júnior, E.F.M., Cordeiro, G.L., Silva, M.J.L., 2018. Qualidade da água em viveiros de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), em São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM*, 12(1), 1-10.
- Kennedy, C.R., 2006. Ecology of the Acanthocephala. Cambridge University Press. New York, USA.
- Kubitza, F., 2003. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões, ESALQ/USP, 3ª ed. Jundiaí.
- Lacerda, A.C.F., Santin, M., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C., Bialezzi, A., Tavernari, F.C., 2009. Helminths parasitizing larval fish from Pantanal, Brazil. *J. Helminthol.*, 83(11), 51-55. <http://dx.doi.org/10.1017/s0022149x08092171>.
- Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal Animal Ecology*, 20(2), 201-219.
- Lourenço, F.S., Morey, G.A.M., Pereira, J.N., Malta, J.C.O., 2017. Ocorrência de *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *buttnerae* Golvan, 1956 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) em *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes:

Serrasalmidae) provenientes de uma piscicultura da Amazônia Brasileira. *Folia Amazonica*, 26(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.24841/fa.v26i1.414>.

Machado Filho, D.A., 1948. "Echinorhynchidae" do Brasil. I. Três espécies novas de "*Echinorhynchus*" Zoega in Mueller, 1776 e redescricao de *Echinorhynchus jucundus* Travassos, 1923. *Revista Brasileira de Biologia*, 8, 265-273.

Machado Filho, D.A., 1959. Echinorhynchidae do Brasil II. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 57, 195-198.

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. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43922001311143>.

Meyer, F.P., 1991. Aquaculture disease and health management. *J. Anim. Sci.*, 69(10), 4201-4208. <http://dx.doi.org/10.2527/1991.69104201x>.

Ostrensky, A., Boeger, W., 1998. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Agropecuária.

Pavanelli, G. C., Takemoto, R. M., Eiras, J. C., 2013. *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: EDUEM.

Pavanelli, G.C., Eiras, J.C., Takemoto, R.M., 2008. *Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. EDUEM, Maringá.

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(1), 42-45. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201702411>.

Pereira, N.L. Parasitos metazoários de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dos híbridos Patinga e tambacu cultivados na região da Grande Dourados-MS, Brasil. 2015. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Palotina-PR, 2015.

R Development Core Team, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.

Silva, R.M., Tavares-Dias, M., Dias, M.W.R., Dias, M.K.R., Marinho, B.R.G., 2013. Parasitic fauna in hybrid Tambacu from fish farms. *Pesq. Agropec. Bras.*, 48(8), 1049-1057. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800034>.

Silva-Gomes, A.L., Coelho-Filho, J.G., Viana-Silva, W., Braga-Oliveira, M.I., Bernardino, G., Costa, I.J., 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. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45(2), 496-500. <http://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue2-fulltext-25>.

Sipaúba-Tavares, L.H. 2013. Uso racional da água em aquicultura. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel – ME.

Sipaúba-Tavares, L.H., Donadon, A.R.V., Milan, R.N., 2011. Water quality and plankton populations in an earthen polyculture pond. Braz. J. Biol, 71(4), 845-855. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000500005>.

Sipaúba-Tavares, L.H., Santeiro, R.M., 2013. Fish farm and water quality management. Acta Scientiarum. 35(1), 21-27. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v35i1.10086>.

Tavares-Dias, M., Moraes, F.R., Martins, M.L., Kronka, S.N., 2001. Fauna parasitária de peixes oriundos de "pesque-pagues" do município de Franca, São Paulo, Brasil: II Metazoários. Revista Bras. Zool, 18, 81-95.

Torres, S.M., Pereira, F.A.R., Souza C.C., Ferreira, M.B., 2017. Análise da eficiência da produção da piscicultura na região de Dourados-MS. Revista Espacios, 30, 26-52.

Ventura, A.S., Pádua, S.B., Ishikawa, M.M., Martins, M.L., Takemoto, R.M., Jerônimo, G.T., 2018. Endoparasites of *Gymnotus* sp. (Gymnotiformes: Gymnotidae) from commercial bait fish farming in Pantanal Basin, central Brazil. Bol. Int. Pesca, 44(3).

Violante-González, J., Villalba-Vásquez, P.J., Monks, S., García-Ibáñez, S., Rochas-Herrera, A.A., Flores-Garza, R., 2016. Reproductive traits of the acanthocephalan *Neoechinorhynchus brentnickoli* in the definitive host. Invertebrate Biology, 136(1), 5-14. <http://dx.doi.org/10.1111/ivb.12143>.

Yamaguti, S., 1963. Systema Helminthum. Vol. V. Acanthocephala. Interscience Publishers, New York, London and Sidney.

Capítulo II. Aspectos biológicos de *Echinorhynchus gomesi* Machado Filho, 1948 acometendo híbrido Patinga cultivados em pisciculturas de Mato Grosso do Sul

### **Resumo**

Para a aplicação de medidas adequadas e sustentáveis no combate dos acantocéfalos em pisciculturas é de fundamental importância o conhecimento sobre a relação ecológica destes parasitos com os diferentes hospedeiros. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a associação da dieta dos indivíduos de Patinga e carga de *Echinorhynchus gomesi*, identificar o grupo de zooplâncton é utilizado como hospedeiro intermediário e verificar a possível acumulação de metais nos *E. gomesi*, músculos dos peixes e nos sedimentos dos tanques de cultivos. As coletas de peixes, zooplâncton e sedimentos foram realizadas na piscicultura 1 (P1), 2 (P2) e 3 (P3), todas localizadas na região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul. Foram coletados 122 indivíduos de Patinga, somente os peixes da P1 estavam parasitados com *E. gomesi*. A dieta dos hospedeiros foi composta por 21 itens alimentares. Foi registrado nas amostras P1 um indivíduo de Calanoida abrigando a larva acantela de *E. gomesi*. A análise de metais detectou a presença de Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Crômio (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) nas amostras de músculos, acantocéfalos e sedimentos. As amostras de sedimentos apresentaram maiores concentrações de metais (com exceção do Cádmio). Neste estudo foi constatada a associação da dieta do hospedeiro com a carga parasitária. O grupo Calanóida foi considerado hospedeiro intermediário de *E. gomesi*. A bioacumulação dos metais pelos acantocéfalos possivelmente foi influenciada pelo período de cultivo da Patinga, ou tempo que os parasitos ficaram nos peixes e até mesmo a baixa eficiência do parasito.

Manuscrito redigido nas normas da revista Journal of Helminthology

## 1. Introdução

Os parasitos com ciclo de vida heteroxênico acometem diferentes níveis tróficos podendo revelar informações da ecologia trófica dos hospedeiros (Cannon, 1973; Marcogliese & Cone, 1997; Marcogliese, 2005). Além do mais, algumas espécies são consideradas indicadoras do estado ambiental em decorrência da resposta de flutuação populacional frente aos diferentes impactos ambientais (Vidal-Martínez & Wunderlich, 2017; Lacerda *et al.*, 2017).

Dentre os diferentes grupos de parasitos, os acantocéfalos são endoparasitos obrigatórios, possuem ciclo de vida heteróxico (transmissão por ingestão), habitam ambientes terrestres e aquáticos (água doce e marinha) (Crompton & Nickol, 1985). As espécies que acometem os peixes (hospedeiros definitivos) utilizam os artrópodes aquáticos como hospedeiros intermediários (Ostracode, Anfípode e Copépode), sendo um comportamento estratégico para o fechamento do ciclo de vida, visto que estes grupos de zooplâncton fazem parte da dieta de diversas espécies de peixes hospedeiros de acantocéfalos (Crompton & Nickol, 1985; Kennedy, 2006).

Os acantocéfalos também são considerados excelentes indicadores de metais, pela capacidade de acumular maiores concentrações desses elementos quando comparada com as demais amostras (água, sedimento) analisadas nos estudos (Sures *et al.*, 1999; Nachev *et al.*, 2010; Hassanine *et al.*, 2017).

Especialmente nas pisciculturas, a maioria dos casos de parasitismo causados por acantocéfalos são registrados nos peixes redondos (*Piaractus mesopotamicus*, *Piaractus brachypomus*, *Colossoma macropomum* e híbridos Patinga, Tambacu, Tambatinga), tendo como foco principal a influência dos fatores abióticos na população de acantocéfalos e a implicação desta população no desenvolvimento dos hospedeiros (Malta *et al.*, 2001; Marinho *et al.*, 2013; Dias *et al.*, 2015; Jerônimo *et al.*, 2017; Matos *et al.*, 2017; Rocha *et al.*, 2018).

Todavia, entender a relação ecológica dos parasitos com os diferentes hospedeiros é extremamente importante para que seja possível a aplicação de medidas adequadas e sustentáveis, sem prejudicar a saúde dos peixes e dos ambientes de cultivos (Eiras *et al.*, 2010).

Neste sentido, o objetivo do estudo foi analisar a relação da dieta dos indivíduos de Patinga (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) e a carga de *Echinorhynchus gomesi*. Além disso, identificar qual o grupo de zooplâncton é utilizado



como hospedeiro intermediário e verificar a possível acumulação de metais presente nos acantocéfalos, músculos dos hospedeiros e nos sedimentos das pisciculturas amostradas.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de estudo

Os peixes e a comunidade de zooplanctônica foram amostrados entre Outubro/2017 a Junho/2018 na piscicultura 1 (P1), piscicultura 2 (P2) e piscicultura 3 (P3), todas localizadas na região da Grande Dourados, estado de Mato Grosso do Sul.

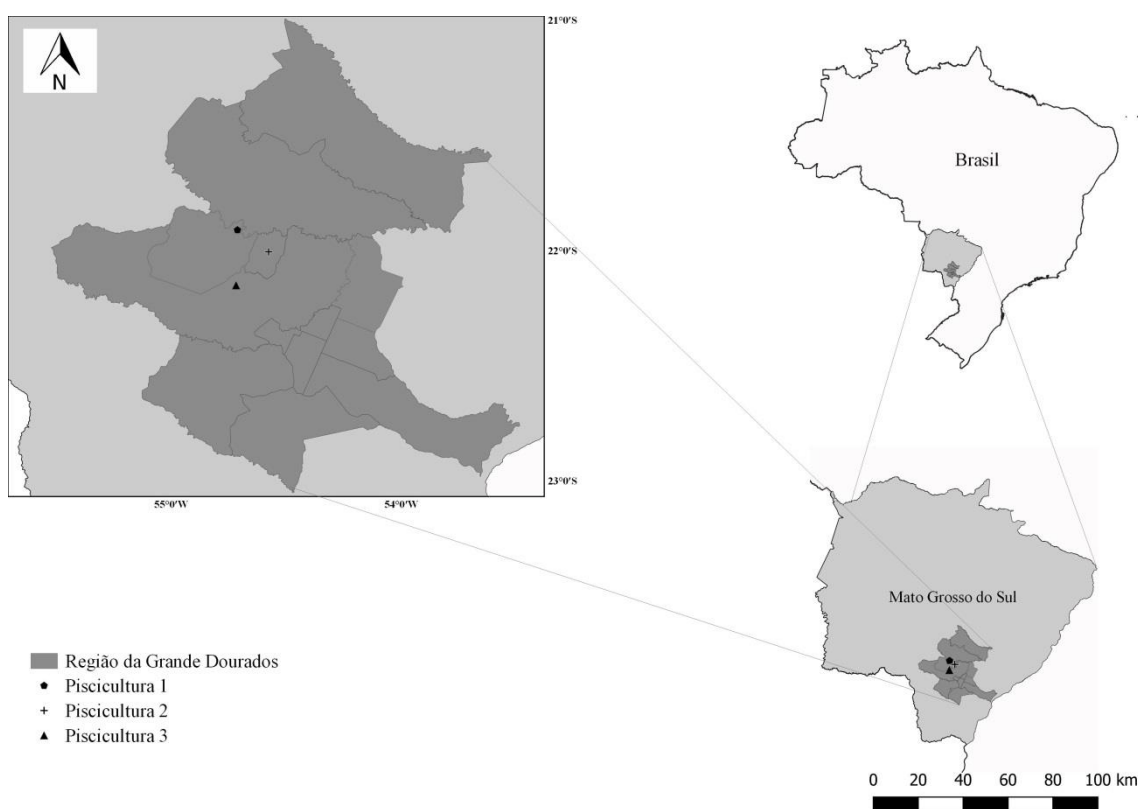


Figura 1. Localização das pisciculturas P1, P2 e P3, concentradas na região da Grande Dourados - MS.

### 2.2. Coleta dos peixes e análise da dieta

Os peixes foram coletados com auxílio de tarrafa e transportados vivos em sacos plásticos com água para o Laboratório de Biologia Aquática Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Os indivíduos foram anestesiados com Eugenol ( $50\text{mg/L}^{-1}$ ), eutanasiados por concussão cerebral, autorizado pelo Comitê de Ética da universidade (Protocolo nº 20/2018 – CEUA/UFGD), em seguida, foi realizada a biometria. Os espécimes foram eviscerados e os estômagos com alimentos foram fixados em formol 4%.

Os itens alimentares foram separados e identificados com o auxílio de chaves específicas (Mccafferty, 1981; Stehr, 1987; Mugnai *et al.*, 2010) até o menor nível taxonômico possível. Para obter o volume de cada item foi aplicado o método volumétrico (Hyslop, 1980; Helawell & Abel, 1971).

O volume de cada item alimentar foi expresso como porcentagem em relação ao conteúdo total do estômago. Os itens foram agrupados em categorias para melhor visualização e análise dos dados (Tabela 1). Foi realizada a Análise de Espécies Indicadoras (IndVal) a fim de verificar quais itens alimentares foram representativos nos diferentes locais amostrados. A análise estatística foi realizada na plataforma R (R Development Core Team 2013).

**Tabela 1.** Categoria e itens alimentares registrados no conteúdo estomacal dos exemplares de Patinga coletados na P1, P2 e P3, localizadas na região da Grande Dourados - MS.

<b>Categorias</b>	<b>Itens alimentares</b>
Vegetais	Algas filamentosas, Fragmentos de plantas aquáticas (raízes, folhas, galhos)
Ração e/ou alimentos introduzidos	Ração comercial, milho, mandioca
Material animal digerido (MAD)	Restos de animais não identificados
Material digerido	Material de origem animal e vegetal
Microcrustáceos	Cladocera, Copépode, Ostracode
Outros	Ordens Diptera, Megaloptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Tricoptera, Heminoptera, Odonata, Hymenoptera, Gastropoda (Planorbidae, Thiaridae), Resto de peixes (órgãos dilacerados)

### 2.3. Coleta dos parâmetros físicos e químicos da água

Em cada coleta foram aferidos os valores de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH e temperatura com a sonda multiparâmetro (Hanna®, HI 9828). A transparência da água foi medida com Disco de Secchi.

### 2.4. Coleta dos acantocéfalos

Foi realizada a inspeção dos intestinos a fim de verificar a presença de acantocéfalos e, quando presentes, foram refrigerados por 14 horas para a reversão da probóscide. Após isso, os parasitos foram fixados em formol 4% e conservados em álcool 70%. As lâminas foram confeccionada seguindo a metodologia de Amato *et al.* (1991), Eiras *et al.* (2006). Para a identificação foram utilizadas chaves específicas do

grupo (Machado Filho, 1959; Yamaguti, 1963; Amin, 2013). Os espécimes foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto de Biociências, UNESP, *campus* de Botucatu (CHIBB nº 8596) e na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC nº 38595).

### 2.5. Coleta e análise do zooplâncton

Para a coleta de zooplâncton foram filtrados 40 litros de água com auxílio da rede de plâncton (68µm) e fixadas no formol 4%. A identificação foi realizada de acordo com as chaves específicas (Cipólli & Carvalho, 1973; Koste, 1978; Reid, 1985; Elmoor-Loureiro, 1997). A quantificação dos organismos foi feita por meio da contagem de 3 sub-amostras (volume = 1 ml) na câmara de Sedgwick – Rafter com o auxílio do microscópio óptico. A densidade foi expressa em organismo/m<sup>3</sup>. Os indivíduos de Copépode e Ostracode foram dissecados com o intuito de detectar larvas de acantocéfalos.

### 2.6. Análise dos metais

Para a análise dos metais, as amostras de sedimento, músculo de peixes e acantocéfalos (quando presente) foram conservadas no freezer à -5°C até a realização da análise. Posteriormente, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, secas em uma estufa à 60°C por 3 horas (músculos e acantocéfalos) e 4 horas (sedimentos), em seguida, foram trituradas e peneiradas (no caso dos sedimentos).

As amostras de músculos e acantocéfalos foram analisadas separadamente, de tal modo que foi separada 1 g de cada, sendo adicionados 2,5 mL de HNO<sub>3</sub> 65%, depois transferidas para os tubos de digestão e colocadas em bloco digestor a 60°C no período de 1 hora. Em uma nova etapa, foi adicionada a mesma quantidade de ácido nítrico (65%) nas amostras, sendo novamente levadas ao bloco e aquecidas a 100°C até *secura* total. As amostras foram filtradas e completadas com HNO<sub>3</sub> 0,5 mol/L<sup>-1</sup> para obter 10 mL como volume final (Eneji *et al.*, 2011; Seixas *et al.*, 2009).

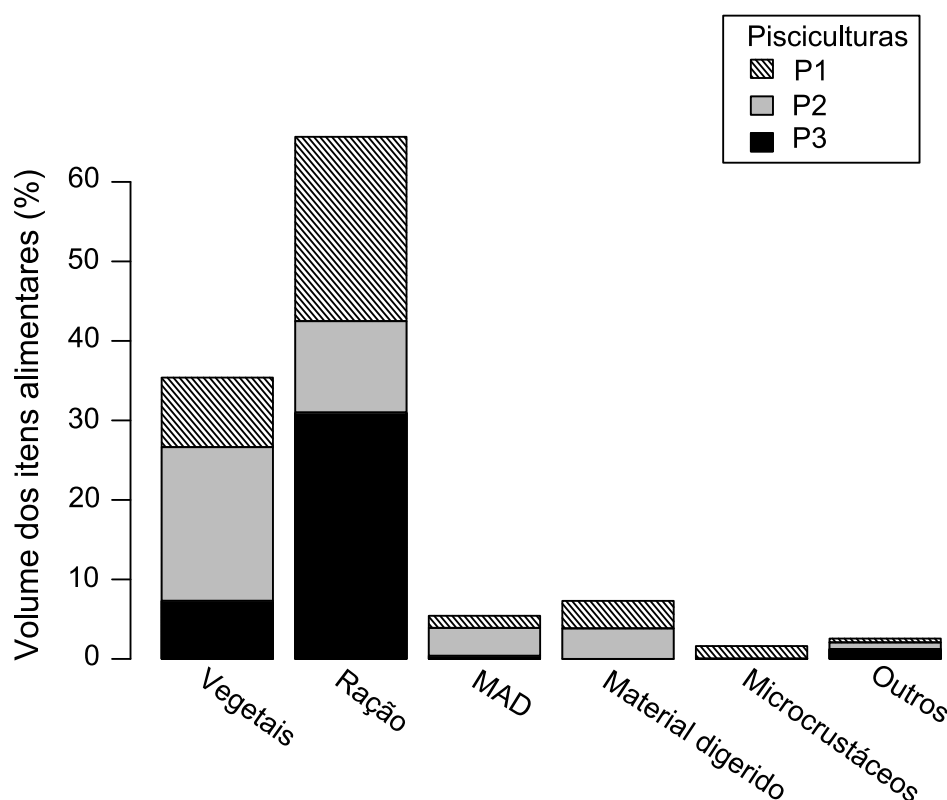
Para a análise dos metais nos sedimentos, foram separadas 1 g e adicionadas em tubos de ensaios em conjunto com 5 mL de HClO<sub>4</sub> e 4 mL de água régia a 50% (3:1 v::v Cl: HNO<sub>3</sub>), sendo aquecidas no Banho Maria por 30 minutos a 90°C. A solução resultante foi filtrada e completada com água ultrapura até um volume de 10 mL como volume final (Hortellani *et al.*, 2008; Betemps & Sanches Filho, 2012). As amostras foram analisadas usando um Espectrofotômetro de Absorção Atômica (Shimadzu,

modelo AA7000) com atomização em chama, para estimar as concentrações de Cd, Pb, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn.

### 3. Resultados

Foram coletados 122 híbridos Patinga nas três pisciculturas amostradas. O comprimento padrão dos indivíduos variou entre 18 a 38 cm e o peso entre 0,18 a 2,36 kg. Na P1 todos os peixes amostrados estavam parasitados por *E. gomesi* (5.882 parasitos). Os peixes coletados na P2 e P3 estavam ausentes de parasitos.

A dieta de Patinga foi composta por 21 itens alimentares, a categoria ração foi a mais consumida (65,67%) pelos peixes (Figura 2). A Análise de Espécies Indicadoras (IndVal) revelou que o grupo de microcrustáceos ( $p= 0,004$ ) foi predominante na P1, os vegetais ( $p<0,005$ ) foram destaques na P2, já a ração ( $p<0,001$ ) foi mais representativa na P3.



**Figura 2.** Composição da dieta de Patinga coletados na P1, P2 e P3, localizadas na região da Grande Dourados – MS. \*MAD: restos de animais não identificados.

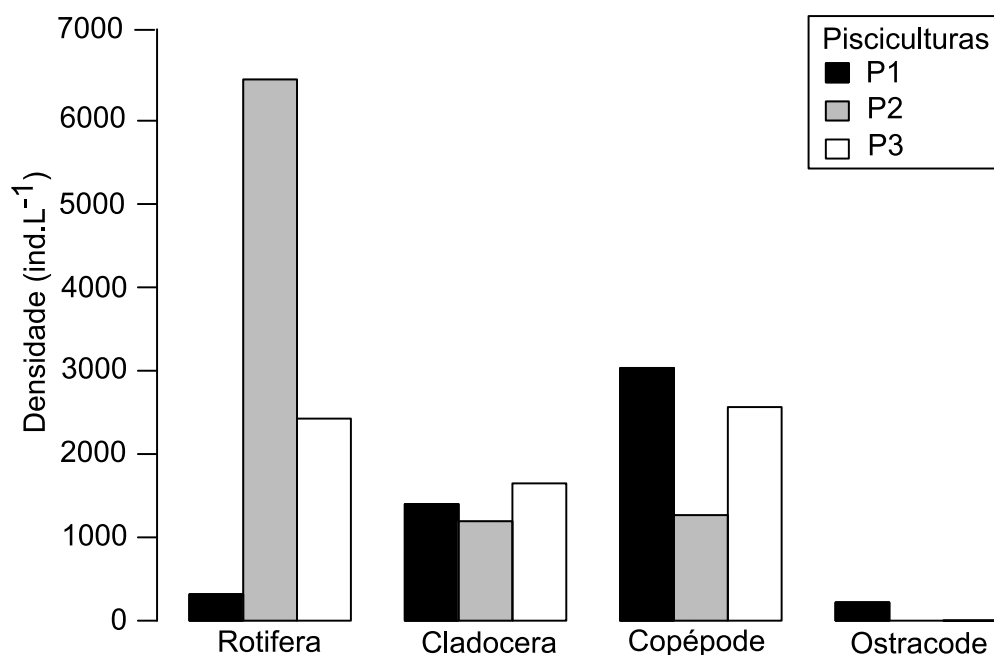
Todos os parâmetros físicos e químicos da água com exceção a transparência, estavam dentro dos limites estabelecidos para a produção de peixes. A P1 foi o único

local que apresentou baixa transparência na água (6 a 21 cm) durante os períodos amostrados.

**Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos da água das pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados – MS.

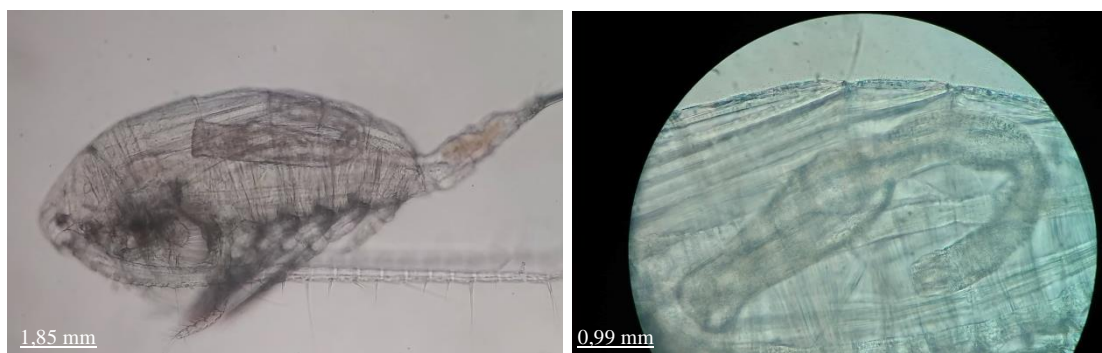
Parâmetros	Pisciculturas		
	P1	P2	P3
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,084 ± 0,025	0,060 ± 0,005	0,055 ± 0,01
pH	7,52 ± 0,39	7,49 ± 0,63	7,28 ± 0,47
Oxigênio dissolvido (mg/L <sup>-1</sup> )	5,52 ± 2,03	6,01 ± 1,39	4,97 ± 2,12
Temperatura (°C)	25,06 ± 4,20	26,05 ± 1,55	26,28 ± 1,02
Transparência (cm)	15,07 ± 7,12	28,41 ± 9,02	65,25 ± 27,47

Em relação à comunidade de zooplânctônica, foram registrados diferentes táxons de Rotífera, Cladocera, Copéode e Ostracode, sendo que na P2 ocorreu maior abundância de Rotífera, a P1 foi representada pelos grupos Copéode e Ostracode (Figura 3).



**Figura 3.** Grupos de zooplâncton amostrados na P1, P2 e P3, localizadas na região da Grande Dourados - MS.

A fim de verificar a presença da fase larval dos acantocéfalos, foram dissecados 1.500 indivíduos de Copéode e Ostracode. Nas amostras de P1 foi registrado um indivíduo de Calanoida abrigando a larva acantela (larva infectante do hospedeiro intermediário) de *E. gomesi* (Figura 4).



**Figura 4.** Exemplar de Calanoida coletado na P1 abrigando a larva de acantela de *E. gomesi*.

A análise de metais detectou sete elementos nas amostras de músculos, sedimentos e acantocéfalos, sendo eles Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Crômio (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Níquel (Ni), Zinco (Zn) (Tabelas 3, 4 e 5). As concentrações de metais presentes nas amostras de músculos de peixes estavam dentro do limite estabelecido pela Rede Nacional de Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2013) para o consumo humano (Tabela 3).

As amostras de sedimentos apresentaram maiores concentrações de metais (com exceção do Cádmio), quando comparadas com os acantocéfalos e músculos de peixes (Tabela 3). As concentrações presentes nas amostras de sedimentos estavam abaixo do limite estabelecido para corpos d'água de nível 1 (Resolução CONAMA 354/2012). O cobre (Cu) foi acumulado em maiores concentrações nos sedimentos, seguido dos músculos de peixes e acantocéfalos (Tabela 3, 4, 5). O Ferro foi o único elemento que apresentou maior concentração nas amostras de parasitos do que nos músculos dos peixes (Tabela 3 e 5).

**Tabela 3.** Concentração de metais nos músculos de Patinga coletadas nas pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados - MS. Valores de limites estabelecidos pela Anvisa (2013).

Metais	Concentrações ( $\mu\text{g g}^{-1} \pm \text{SD}$ )			Anvisa (2013) $\mu\text{g g}^{-1}$
	1	2	3	
Cd	$0,046 \pm 0,002$	$0,047 \pm 0,002$	$0,039 \pm 0,001$	0,05
Pb	$0,177 \pm 0,002$	$0,165 \pm 0,001$	$0,133 \pm 0,001$	0,30
Cr	$0,091 \pm 0,001$	$0,088 \pm 0,001$	$0,089 \pm 0,002$	0,10
Cu	$8,993 \pm 0,002$	$9,097 \pm 0,002$	$9,309 \pm 0,002$	30
Fe	$0,493 \pm 0,002$	$0,497 \pm 0,002$	$0,489 \pm 0,002$	---
Ni	$0,093 \pm 0,002$	$0,097 \pm 0,002$	$0,089 \pm 0,002$	5,0
Zn	$0,088 \pm 0,003$	$0,087 \pm 0,002$	$0,093 \pm 0,002$	50

---: não estabelecido.

**Tabela 4.** Concentração de metais presentes nos sedimentos amostrados nas pisciculturas localizadas na região da Grande Dourados - MS. Valores de limites estabelecidos pela resolução do Conama 354/2012.

Metais	Concentrações (mg/Kg± SD)			
	Sedimentos			Conama 354/12
	1	2	3	Nível 1 (mg/Kg)
Cd	0,027 ± 0,001	0,024 ± 0,001	0,036 ± 0,001	0,6
Pb	0,264 ± 0,001	0,255 ± 0,002	0,217 ± 0,002	35
Cr	0,095 ± 0,001	0,093 ± 0,001	0,097 ± 0,001	37,3
Cu	16,092 ± 0,002	15,191 ± 0,002	17,084 ± 0,003	35,7
Fe	0,992 ± 0,002	0,991 ± 0,003	0,984 ± 0,003	--
Ni	0,192 ± 0,002	0,191 ± 0,003	0,184 ± 0,003	18
Zn	0,279 ± 0,001	0,292 ± 0,002	0,293 ± 0,001	123

---: não estabelecido.

**Tabela 5.** Concentração de metais ( $\mu\text{g g}^{-1} \pm \text{SD}$ ) presentes nos *E. gomesi* amostrados na P1 localizada na região da Grande Dourados - MS.

Metais	Acantocéfalos
Cd	0,032 ± 0,001
Pb	0,163 ± 0,001
Cr	0,078 ± 0,001
Cu	5,589 ± 0,002
Fe	0,589 ± 0,002
Ni	0,089 ± 0,002
Zn	0,089 ± 0,002

#### 4. Discussão

Os alimentos naturais tais como algas, plantas e invertebrados aquáticos presentes nas pisciculturas, além de serem fontes adicionais na dieta dos peixes, podem aumentar a rentabilidade ao produtor devido à redução nas taxas de arraçamento, também podem proporcionar uma melhora na qualidade de água nos ambientes de cultivos, uma vez que a carga de nutrientes oriundas dos restos de rações pode ser consumida por organismos de diferentes categorias tróficas que crescem naturalmente nas estruturas de cultivo (Neori *et al.*, 2004; Sipaúba-Tavares, 2013).

Os indivíduos de Patinga utilizaram como principal recurso alimentar o item ração, sendo um resultado esperado para o tipo de ambiente amostrado. Contudo, também fizeram uso de forma complementar dos organismos de origem vegetal e

animal (plantas aquáticas, microcrustáceos, insetos, Gastropoda e material digerido não identificado). Essa caracterização da dieta reflete no hábito alimentar deste híbrido da Patinga, já que é classificado como onívoro, sendo uma característica herdada dos parentais *Piaractus mesopotamicus* e *Piaractus brachypomus* (Baldisserotto & Gomes, 2010; Hahn *et al.*, 2004; Rebelo *et al.*, 2010).

Segundo Poulin (1995) a dieta dos hospedeiros definitivos é um dos fatores ecológicos que determina a colonização daqueles parasitos que necessitam ser ingeridos para completar o ciclo de vida. O IndVal constatou que a P1 foi representada pela categoria de microcrustáceos composta por Copépode (Calanoida e Cyclopoida), Cladocera e Ostracode. Estes itens indicaram forte relação com a abundância de *E. gomesi*, já que os peixes coletados nesta piscicultura possuíam elevado número deste parasito.

Alguns estudos têm demonstrado esta relação dos itens analisados no conteúdo estomacal dos hospedeiros e a abundância das espécies de acantocéfalos. Violante-González *et al.* (2016) analisaram a dinâmica de população de *Neoechinorhynchus brentnickoli* em *Dormitator latifrons* e encontraram indivíduos de Ostracode (possível hospedeiro intermediário) no conteúdo estomacal dos peixes. Wali *et al.* (2016) registraram baixa prevalência de *Pomphorhynchus kashmirensis* devido a baixa disponibilidade ou consumo do hospedeiro intermediário. Djikanovic *et al.* (2010) constataram que a presença de *Pomphorhynchus laevis* em *Barbus barbus* foi influenciada pela ingestão de macroinvertebrados (membro família Gammaridae, possível hospedeiro intermediário).

Por outro lado, os locais P2 e P3 foram representados pelas categorias vegetais, materiais digeridos e ração, além do mais, os peixes amostrados não estavam parasitados por acantocéfalos. Várias hipóteses podem sustentar este resultado, tais como, a sanitização dos tanques após o ciclo de cultivo, ausência de hospedeiro intermediário, aquisição de alevinos não parasitados (Dias *et al.*, 2015; Lourenço *et al.*, 2017) ou até mesmo o tempo que os peixes ficaram nos tanques, pode não ter sido suficiente para que ocorresse o fechamento do ciclo de vida de *E. gomesi*.

Em relação à densidade de zooplâncton, o grupo Rotifera foi destaque na P2, já os grupos Copépode e Ostracode foram representativos na P1. De maneira geral, a comunidade de zooplâncton pode ser influenciada pela qualidade de água, disponibilidade de alimentos, interações ecológicas (competição e predação entre os organismos) e, especialmente para os ambientes de cultivos, o manejo dos tanques é um



dos principais fatores que influencia na abundância de determinados grupos (Sipaúba-Tavares *et al.* 2008; Paes *et al.*, 2011).

Embora a espécie *E. gomesi* (Machado-Filho, 1948) seja nativa do Brasil, informações sobre esta espécie são escassas, existindo apenas os estudos de Golvan & Buron (1987) em peixes (espécies não definidas) da subfamília Mylinae (Serrasalminae) e família Characinidae (Characidae) e de Pereira (2015) na qual registrou a ocorrência de *E. gomesi* em *Piaractus mesopotamicus* cultivados nas pisciculturas de Mato Grosso do Sul.

O ciclo de vida de *E. gomesi* ainda é desconhecido, desse modo, não existem dados sobre o tempo de vida (diferentes fases) e os possíveis hospedeiros intermediários. Por meio da dissecação dos microcrustáceos foi possível registrar a presença da larva acantela de *E. gomesi* em Calanoida. O baixo número de indivíduos infectados pode ser reflexo tanto da variação temporal da população de zooplâncton, quanto do ciclo de vida do parasito (Hine & Kennedy, 1974).

Informações sobre o desenvolvimento de algumas espécies do gênero *Echinorhynchus* foram verificadas em experimentos laboratoriais. Olson & Pratt (1971) analisaram o desenvolvimento larval de *Echinorhynchus lageniformis* em *Corophium spinicorne* (hospedeiro intermediário) e relataram que após a ingestão do ovo pelo anfípode, o cistacanto (larva infectante do hospedeiro definitivo) apresentou desenvolvimento completo no 30º dia em uma temperatura de 23°C. Awacie (1966) registrou o desenvolvimento de cistacanto de *Echinorhynchus truttae* no *Gammarus pulex*, 82 dias após a ingestão (temperatura de 17°C). Cabe ressaltar que nos dois estudos, a temperatura foi o fator determinante no tempo de desenvolvimento larval das espécies de acantocéfalos.

O gênero *Echinorhynchus* compõe a Classe Palaeacanthocephala, os membros desta classe normalmente utilizam Isópodes e Anfípodes como hospedeiros intermediários (Kennedy, 2006). Contudo, Aura *et al.* (2015) registraram indivíduos de *Echinorhynchus bothniensis* utilizando *Mysis segerstralei* (Crustacea: Mysida) como hospedeiro intermediário. Neste estudo, *E. gomesi* foi registrado em Calanoida (Subclasse: Copepode). Essa descoberta ressalta a importância de pesquisas complementares que considerem a identificação da espécie de hospedeiro intermediário, assim como das flutuações populacionais, na qual irá implicar em um melhor entendimento do ciclo de vida de *E. gomesi*.

Os resultados mostraram que as amostras de sedimentos apresentaram maiores concentrações de metais (Pb, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn), quando comparados com os músculos de hospedeiros e acantocéfalos. De acordo com Eneji *et al.* (2011), a bioacumulação de metais por organismos aquáticos depende da disponibilidade de determinado metal presente na água, no sedimento e da capacidade dos indivíduos para digerir os elementos, especialmente para os peixes, a dieta e a idade são fatores determinantes para que a acumulação aconteça.

Em ambientes contaminados com metais, os acantocéfalos têm sido excelentes sentinelas. Estudos como de Podolska *et al.* (2016) avaliando metal em *Echinorhynchus gadi*, constataram maiores concentrações de Ca, Cd, Mn, Na, Pb, Sr. Nachev & Sures (2016), demonstraram que *Pomphorhynchus laevis* acumulou As, Cd, Cu, Pb, Zn concentrações significativas, quando comparada com as demais amostras (músculo, intestino, fígado de *Barbus barbus*). Essa abordagem ainda é recente no Brasil, existindo apenas o estudo de Reis *et al.* (2017) na qual constataram que *Neoechinorhynchus curemai* acumulou maiores concentrações de Cr, Pb, Cu quando comparado com as amostras de músculo e fígado de *Prochilodus lineatus*. Assim, fatores como o período de cultivo da Patinga, o tempo que os parasitos acometeram os hospedeiros, ou a baixa eficiência de *E. gomesi* em acumular metais, possivelmente pode ter influenciados nos resultados do estudo.

Os resultados reforçam a associação da dieta do hospedeiro com a carga parasitária, uma vez que a presença de microcrustáceos no conteúdo estomacal indicou relação com a abundância de *E. gomesi*. O grupo Calanoida (Crustacea: Copepoda) foi utilizado como hospedeiro intermediário de *E. gomesi*. Ainda que em baixa concentração, foi detectado a presença de metais (Cd, Pb, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn) nos acantocéfalos. Estudos experimentais com a espécie *E. gomesi* serão necessários para investigar o período de desenvolvimento larval, a espécie de Calanoida é usada como hospedeiro intermediário e os fatores que influenciam na bioacumulação de metais pela espécie do estudo.

## 5. Referências

- Amato, J.F.R., Boeger, W.A. & Amato, S.B.** (1991) *Protocolos para laboratório coleta e processamento de parasitas do pescado*. 81 pp. Rio de Janeiro, Brasil, Imprensa Universitária, Seropédica.
- Amin, O.M.** (2013) Classification of the Acanthocephala. *Folia Parasitologica* **60**, 273-305.
- Anvisa**, Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil. (2013) Portaria nº 685, de 27 de agosto de 2013. <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso: Abril, 2019.
- Aura, R.L., Benesh, D.P., Palomaki, R. & Tellervo Valtonen, E.** (2015) The natural history of *Echinorhynchus bothniensis* Zdzitowiecki and Valtonen, 1987 (Acanthocephala) in a high Arctic lake. *Folia Parasitologica* **62**, 1-6.
- Awachie, J.B.E.** (1966) The development and life history of *Echinorhynchus truttae* Schrank, 1788 (Acanthocephala). *Journal of Helminthology* **40**, 11-32.
- Baldisserotto, B. & Gomes, L.C.** (2010) *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 606 pp. Santa Maria, RS, Editora UFSM.
- Betemps, G.R. & Sanches Filho, P.J.** (2012) Estudo sazonal de metais pesados no sedimento do Saco do Laranjal-Pelotas-RS. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* **7**, 79-84.
- Cannon, L.R.G.** (1973) Diet and intestinal helminths in a population of perch, *Perca flavescens*. *Journal of Fish Biology* **5**, 447-457.
- Cipólli, M.N. & Carvalho, M.A.A.** (1973) Levantamento de calanoida e cyclopoida (Copepoda, Crustacea) das águas da região do Guamá, Capim e Tocantins, com nota sobre a fauna acompanhante. *Papéis Avulsos Zoologia* **27**, 95-110.
- Conama**– Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2012) Resolução nº 454. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>. Acesso: Março, 2019.
- Crompton, D.W. T. & Nickol, B.B.** (1985) *Biology of Acanthocephala*. 519 pp. New York, USA, Cambridge University Press.
- Dias, M.K.R., Neves, L.R., Marinho, R.G.B., Pinheiro, D.A. & Tavares-Dias, M.** (2015) Parasitismo em Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica* **45**, 231-238.
- Djikanovic, V., Gacic, Z. & Cakic, P.** (2010) Endohelminth fauna of barbel *Barbus barbus* (L. 1758) in the Serbian section of the Danube River, with dominance of acanthocephalan *Pomphorhynchus laeavis*. *Bulletin-European Association of Fish Pathologists* **30**, 229-236.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2006) *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª ed. 199 pp. Maringá, Eduem.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2010) *Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil*. 333 pp. Maringá, Clichetec.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A.** (1997) *Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil*. 156 pp. Brasília, Ed. Universitária.

- Eneji, I.S., Sha'Ato, R. & Annune, P.A.** (2011) Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish (*Tilapia Zilli* and *Clarias Gariepinus*) Organs From River Benue, North-Central Nigeria. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.* **12**, 1-8.
- Golvan, Y.J. & Buron, I.** (1987) Les hôtes des Acanthocéphales. II- Les hotes définifs. 1. Poissons. *Annales de Parasitologie humaine et comparée* **63**, 349-375.
- Hahn, N.S., Fugi, R. & Andrian, I.F.** (2004) Trophic ecology of fish assemblages. pp. 247-269 in: Thomas, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (Eds) *The Upper Paraná River Floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, Backhuys Publishers.
- Hassanine, R.M.El-S., Al-Hasawi, Z.M., Hariri, M.S. & Touliabah, H.El-S.** (2017) *Sclerocollum saudii* Al-Jahdali, 2010 (Acanthocephala: Cavisomidae) as a sentinel for heavy-metal pollution in the Red Sea. *Journal of Helminthology* **93**, 1-10.
- Hellawell, J.M & Abel, R.** (1971) A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *Journal of Fish Biology* **3**, 29-37.
- Hine, P.M. & Kennedy, C.R.** (1974) The population biology of the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis* (Müller) in the River Avon. *Journal of Fish Biology* **6**, 665-669.
- Hortellani, M.A., Sarkis, J.E.S., Abessa, D.M.S. & Sousa, E.C.P.M.** (2008) Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do Estuário Santos – São Vicente. *Quím. Nova* **31**, 10-19.
- Hyslop, E. J.** (1980) Stomach content analysis: a review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology* **17**, 411-429.
- Jerônimo, G.T., Pádua, S.B., Belo, M.A.A., Chagas, E.C., Taboga, S.R., Maciel, P.O. & Martins, M.L.** (2017) *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala) infection in farmed *Colossoma macropomum*: a pathological approach. *Aquaculture* **469**, 124-127.
- Kennedy, C.R.** (2006) *Ecology of the Acanthocephala*. 249 pp. New York, USA, Cambridge University Press.
- Koste, W.** (1978) *Rotatoria Die Rodertiere Mitteleuropas begründet von Max Voigt - Monogononta*. 2. Auflage neubearbeitet von Walter Koste. 673 pp. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Lacerda, A.C.F., Roubledakis, k., Bereta Junior, J.G.S., Nuñer, A.P.O., Petrucio, M.M. & Martins, M.L.** (2017) Fish parasites as indicators of organic pollution in southern Brazil. *Journal of Helminthology* **91**, 165-173.
- Lourenço, F.S., Morey, G.A.M., Pereira, J.N. & Malta, J.C.O.** (2017) Ocorrência de *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *buttnerae* Golvan, 1956 (Acanthocephala: Neochinorhynchidae) em *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Serrasalminidae) provenientes de uma piscicultura da Amazônia Brasileira. *Folia Amazonica* **26**, 1-8.

**Machado Filho, D.A.** (1948) "Echinorhynchidae" do Brasil. I. Três espécies novas de "Echinorhynchus" Zoega in Mueller, 1776 e redescrição de *Echinorhynchus jucundus* Travassos, 1923. *Revista Brasileira de Biologia* **8**, 265-273.

**Machado Filho, D.A.** (1959) Echinorhynchidae do Brasil II. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz **57**, 195-198.

**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: Neochinorhynchidae) em Tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. *Acta Amazonica* **31**, 133-143.

**Marcogliese, D.J. & Cone, D.K.** (1997) Food webs: a plea for parasites. *Trends in Ecology & Evolution* **12**, 320-325.

**Marcogliese, D.J.** (2005) Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *International Journal for Parasitology* **35**, 705-716.

**Marinho, R.G.B., Tavares-Dias, M., Dias-Grigório, M.K.R., Neves, L.R., Yoshioka, E.T.O., Boijink, C.I. & Takemoto, R.M.** (2013) Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, **65**, 1192-1202.

**Matos, L.V., de Oliveira, M.I., Gomes, A.L. & da Silva, G.S.** (2017) Morphological and histochemical changes associated with massive infection by *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala: Neochinorhynchidae) in the farmed freshwater fish *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 from the Amazon State, Brazil. *Parasitol Res.*, **116**, 1029-1037.

**McCafferty, W.P.** (1981) *Aquatic entomology: the fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives*. 448 pp. USA, Boston, Jones and Bartlett Publishers.

**Mugnai, R., Nessimian, J.L. & Batista, D.F.** (2010) *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro*. 1ed. 176 pp. Rio de Janeiro, Technical Book.

**Nachev, M. & Sures, B.** (2016) Seasonal profile of metal accumulation in the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis*: a valuable tool to study infection dynamics and implications for metal monitoring. *Parasites & Vectors* **9**, 1-9.

**Nachev, M., Zimmermann, S., Rigaud, T. & Sures, B.** (2010) Is metal accumulation in *Pomphorhynchus laevis* dependent on parasite sex or infrapopulation size? *Parasitology* **137**, 1239-1248.

**Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigiel, M. & Yarish, C.** (2004) Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* **231**, 361-391.

- Olson, R.E. & Pratt, I.** (1971) The life cycle and larval development of *Echinorhynchus lageniformis* EKBAUM, 1938 (Acanthocephala: Echinorhynchidae). *The Journal of Parasitology* **57**, 143-149.
- Paes, T.A.S., Paes, J.M.V., Rojas, N.E.T., Rocha, O. & Wisniewski, M.J.S.** (2011) Effects of liming and development of Curimatá (*Prochilodus lineatus*) larvae on the abundance of zooplankton in fish ponds. *Acta Limnologica Brasiliensia* **23**, 386-393.
- Pereira, N.L.** (2015) Parasitos metazoários de pacu (*piaractus mesopotamicus*) e dos híbridos Patinga e tambacu cultivados na região da Grande Dourados-MS, Brasil. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Palotina-PR.
- Podolska, M., Polak-Juszczak, L. & Nadolna-Altyn, K.** (2016) Host condition and accumulation of metals by acanthocephalan parasite *Echinorhynchus gadi* in cod *Gadus morhua* from the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* **113**, 287-292.
- Poulin, R.** (1995) Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecological Monographs* **65**, 283-302.
- R Development Core Team.** (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.
- Rebelo, S.R.M., Freitas, C.E.C. & Soares, M.G.M.** (2010) Fish diet from Manacapuru Big Lake complex (Amazon): a approach starting from the traditional knowledge. *Biota Neotropica* **10**, 39-44.
- Reid, J.W.** (1985) Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo* **9**, 17-143.
- Reis, C.M.R., Campos, N.S., Ueta, M.T., Silva, J.C.J., Ceccarelli, P.S., Allegrette, S.M.** (2017) Evaluation of Trace Elements in *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes, Prochilodontidae) from the Mogi Guaçu River Infected for Acanthocephala *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Acanthocephala). *Journal Of Environmental & Analytical Toxicology* **7**, 1-5.
- Rocha, M. J. S., Jerônimo, G.T., Costa, O.T.F., Malta, J.C.O., Martins, M.L., Maciel, P.O., Chagas, E.C.** (2018) Changes in hematological and biochemical parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) parasitized by metazoan species. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* **27**, 488-494.
- Seixas, T.G., Kehrig, H.A., Di Benedetto, A.P., Souza C.M., Malm, O. & Moreira, L.** (2009) Essential (Se, Cu) and non-essential (Ag, Hg, Cd) elements: what are their relationships in liver of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae)? *Mar Pollut Bull* **58**, 629-634.
- Sipaúba-Tavares, Alvarez E.J. da S. & Braga, F.M. de S.** (2008) Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1949). *Brazilian Journal Biology* **68**, 77-86.

- Sipaúba-Tavares, L. H.** (2013) Uso racional da água em aquicultura. 190 pp. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel – ME.
- Steher, F. W.** (1987) *Immature insects*. 754 pp. Dubuque, Iowa, Kendall Hunt Publishing Company.
- Sures, B., Siddal, R. & Taraschewski, H.** (1999) Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitology Today* **15**, 16-21.
- Vidal-Martínez, V.M. & Wunderlich, A.C.** (2017) Parasites as bioindicators of environmental degradation in Latin America: A meta-analysis. *Journal of Helminthology* **91**, 165-173.
- Violante-González, J., Villalba-Vásquez, P.J., Monks, S., García-Ibáñez, S., Rojas-Herrera, A.A. & Flores-Garza, R.** (2016) Reproductive traits of the acanthocephalan *Neoechinorhynchus brentnickoli* in the definitive host. *Invertebrate Biology* **136**, 5-14.
- Wali, A., Balkhi, M.H., Maqbool, R., Darzi, M.M., Shah, F.A., Bhat, F.A. & Bhat, B.A.** (2016) Distribution of Helminth Parasites in Intestines and Their Seasonal Rate of Infestation in Three Freshwater Fishes of Kashmir. *Journal Of Parasitology Research* **2016**, 1-16.
- Yamaguti, S.** (1963) *Systema Helminthum. Vol. V. Acanthocephala*. 1104pp. New York, London and Sidney, Interscience Publishers.