

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
TROPICAL**

**Caracterização morfológica e molecular de helmintos de piau  
coletados na bacia do Rio Tocantins**

**Benta Natânia Silva Figueiredo**

Tese apresentada junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins para obter o título de Doutor.

Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de orientação

Orientadora: Profª Drª Viviane Mayumi Maruo

Co-orientador: Prof. Dr Marcello Otake Sato

**ARAGUAÍNA**

**2017**



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
(CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do  
Tocantins**

---

S586c Silva Figueiredo, Benta Natânia.  
Caracterização morfológica e molecular de helmintos de  
piauí coletados na bacia do Rio Tocantins . / Benta Natânia Silva  
Figueiredo. – Araguaína, TO, 2017.  
74 f.  
  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins -  
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação  
(Doutorado) em Ciência Animal Tropical, 2017.  
Orientadora : Viviane Mayumi Maruo  
Coorientador: Marcello Otake Sato  
  
1. Acantocéfalos. 2. Citocromo C mitocondrial. 3.  
Endoparasitoses de peixes. 4. Sanidade psíquica. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS - A reprodução total ou parcial, de  
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada  
desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº  
9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha  
catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a).**

**Benta Natânia Silva Figueiredo**

**Caracterização morfológica e molecular de helmintos de piau coletados  
na bacia do Rio Tocantins**

Tese aprovada como requisito para a obtenção do título  
de Doutor, tendo sido julgada pela Banca Examinadora  
formada pelos professores e profissionais:



---

Presidente: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Viviane Mayumi Maruo- Orientadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS-UFT



---

Membro: Prof. Dr. Wallace Henrique de Oliveira  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS-UFT



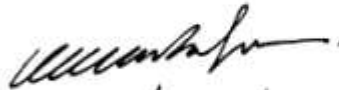
---

Presidente: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Katyane Almeida  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS-UFT



---

Presidente: Prof. Dr<sup>ª</sup> Helcileia Dias Santos  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS-UFT



---

Presidente: Prof. Dr. Marcello Otake Sato  
DOKKYO MEDICAL UNIVERSITY

Araguaina, 25 de agosto de 2017

Dedico a minha mãe Maria José, as minhas irmãs Janaina, Janaize, Karoline e Pâmela, a meu afilhado Luís Honorino e a meu pai Honorino (in memoriam).

## AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de todas as coisas, pela dádiva da vida e capacidade de superar as dificuldades e conquistar vitórias.

Agradeço aos meus pais, Honorino A. Figueiredo (*in memoriam*) e Maria José S. Figueiredo, pelo amor e incentivo para realizar meus sonhos, paciência e acima de tudo, o respeito em todas as situações. Pelos princípios morais e éticos que contribuíram para minha formação.

Às minhas irmãs, Janaina, Janaize, Karolline e Pâmela por me apoiar e aconselhar em todas as decisões, pelo carinho e cumplicidade. E ao meu afilhado Luís Honorino que tanto me alegrou nos momentos que precisava.

Ao meu querido Francisco, aparecendo para alegrar ainda mais meus dias e dividir comigo essa conquista!

À Professora Viviane Mayumi Maruo pela orientação, apoio, incitamento e confiança em mim. Obrigada!

Aos meus familiares, tios, primos e amigos por estarem sempre me apoiando. A todos os professores, colegas e servidores que contribuíram para realização de mais uma etapa na minha vida. Aos professores Dr<sup>a</sup> Sandra Maria Botelho Mariano, Dr<sup>a</sup> Héciléia D. Santos, Dr<sup>a</sup> Katyane de Almedia, Wallace H. de Oliveira e em especial ao Dr. Marcello O. Sato pelos ensinamentos e contribuição para realização deste trabalho.

Ao prof. Dr. Alberto Yim Jr pelo conhecimento técnico, mais acima de tudo pela grande amizade construída durante esses anos.

Ao meu eterno grupo de laboratório, Elis Regina, Gilzele, Obede, Daiene, Nahuria e Fernanda e em especial a Laiane, que sempre se fez presente, apoiando e auxiliando durante essa caminhada tão desafiadora.

A todos os professores da Universidade Federal do Tocantins, por contribuir para minha formação profissional e acima de tudo, como ser humano. Aos professores do PPGCat por fazer parte desse meu “despertar” para vida dentro da academia.

Ao Jeekyçon por sempre está “socorrendo”...rsrs

À CAPES pelo apoio financeiro.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
CAPITULO I – REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Psicultura .....	12
2.2 Ordem Characiforme.....	13
2.2.1 Família Anostomidae .....	15
2.2.1.1 <i>Laemolyta garmani</i> (Borodin 1931).....	15
2.2.1.2 <i>Leporinus tigrinus</i> (Borodin 1929) .....	16
2.2.2 Família Hemiodontidae.....	17
2.2.2.1 <i>Argonectes robertsi</i> (Langeani 1999) .....	17
2.2.2.2 <i>Hemiodus unimaculatus</i> .....	18
2.3 Parasitoses em peixes.....	19
2.3.1 Cestoda.....	19
2.3.2 Digenea.....	20
2.3.3 Nematoda.....	21
2.3.4 Acanthocephala.....	21
2.4 Métodos moleculares para identificação de parasitos.....	22
2.4.1 Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR) .....	22
2.4.2 Sequenciamento .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO II - Helmintos de <i>Laemolyta garmani</i> (Characiforme: Anostomidae) e <i>Leporinus tigrinus</i> (Characiforme: Anostomidae) coletados no Rio Tocantins, Brasi.....	31
Helmintos de <i>Laemolyta garmani</i> (Characiforme: Anostomidae) e <i>Leporinus tigrinus</i> (Characiforme: Anostomidae) coletados no Rio Tocantins, Brasil.....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	32
1 INTRODUÇÃO.....	33

2 MATERIAL E MÉTODOS.....	
2.1 Coleta de amostras e estudo parasitológico.....	34
3 RESULTADOS .....	35
4 DISCUSSÃO .....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
CAPÍTULO III - Primeiro relato de <i>Spinitectusrodolphiheringi</i> (Nematoda, Vaz & Pereira, 1934) parasitando o intestino de <i>Argonectes robertsi</i> .....	45
Primeiro relato de <i>Spinitectusrodolphiheringi</i> (Nematoda, Vaz & Pereira, 1934) parasitando o intestino de <i>Argonectes robertsi</i> .....	46
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	46
1 INTRODUÇÃO.....	47
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.1 Coleta de amostras e estudo parasitológico.....	48
2.2 Extração, amplificação e sequenciamento de DNA.....	49
3 RESULTADOS.....	50
4 DISCUSSÃO.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
CAPÍTULO IV - Ocorrência de <i>Procamallanus inopinatus</i> e <i>Neoechinorhynchus sp.</i> parasitando o intestino de <i>Hemiodus unimaculatus</i> .....	57
Ocorrência de <i>Procamallanus inopinatus</i> e <i>Neoechinorhynchus sp.</i> parasitando o intestino de <i>Hemiodus unimaculatus</i> .....	58
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	58
1 INTRODUÇÃO.....	59
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
2.1 Coleta de amostras e estudo parasitológico .....	61
3 RESULTADOS.....	62
4 DISCUSSÃO.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67



## RESUMO

As parasitoses de pescado implicam em prejuízos à cadeia produtiva pela desvalorização das carcaças infectadas e constitui problema de saúde pública em decorrência dos riscos de zoonose, sendo escassos os estudos referentes às parasitoses de peixes. O estudo identificou parasitas, por meio de técnicas morfológicas e moleculares, e determinou os indicadores de infecção de *Laemolyta garmani*, *Leporinus tigrinus*, *Argonectes robertsi* e *Hemiodus unimaculatus* procedentes do Rio Tocantins. Foram adquiridos 54 peixes entre agosto e outubro de 2015, os quais foram anestesiados, eutanasiados e submetidos à necropsia, de acordo com o Guia Brasileiro de Boas Práticas de Eutanásia Animal do Conselho Federal de Medicina Veterinária. A superfície corpórea, brânquias, cavidade abdominal, coração, fígado, vesícula biliar, baço, estômago, intestinos, gônadas e bexiga natatória foram analisados quanto à presença de parasitas. Identificou-se 461 espécimes de parasitas em 59,26% (32/54) dos peixes coletados. Na fauna parasitária de *L. tigrinus* foram encontradas duas espécies de helmintos, *Goezia leporini* em 16% dos animais e *Rondotrema microvitellarum* em 8%. *L. garmani* apresentou infecção por *Spinitectus rodolphiheringi* (4%), *Brasilnema* sp. (28%) e os digenéticos *R. microvitellarum* (16%) e *Culuwiya* sp. (8%). O estudo relatou pela primeira vez a ocorrência do nematódeo *Spinitectus rodolphiheringi* parasitando o intestino de *A. robertsi*, com prevalência de 7%, além da confirmação da classificação taxonômica mediante análise filogenética do gene citocromo C mitocondrial subunidade I. *Procamallanus inopitanuse* *Neochinorhynchus* sp. foram encontrados no intestino de *H. unimaculatus*. A identificação dos parasitas e determinação do seu perfil epidemiológico permitem estabelecer métodos de manejo adequados, reduzindo infecções nos animais, evitando a diminuição do seu valor comercial e impacto negativo na cadeia produtiva.

**Palavras-chave:** acantocéfalos; Citocromo C mitocondrial; endoparasitoses de peixes; helmintos; sanidade piscícola.

## ABSTRACT

Parasitic diseases represent one of the most important problems in fish production due to the decline of infected carcasses and public health problems due to the risk of zoonoses, being scarce studies on fish parasites. This study identified the parasites, using morphological and molecular techniques, and determined infection indicators, of the collared *Laemolyta garmani*, *Leporinus tigrinus*, *Argonectes robertsi* and *Hemiodus unimaculatus* the Tocantins River. Fifty four fish were acquired between August and October 2015, anesthetized, euthanized and submitted to necropsy, according to the Brazilian Good Practice Guide for Animal Euthanasia of the Federal Board of Veterinary Medicine. The body surface, gills, abdominal cavity, heart, liver, gallbladder, spleen, stomach, intestines, gonads and swimming bladder were analyzed for the presence of parasites. A total of 461 specimens of parasites were identified in 59.26% (32/54) of the fish collected. *L. tigrinus* presented infection by two species of helminths, *Goezia leporini*, found in 16% of the animals and *Rondotrema microvitellarum* in 8%. *L. garmani* presented infection by *Spinitectus rodolphiheringi* (4%), *Brasilnema sp.* (28%), *R. microvitellarum* (16%) and *Culuwiya sp.* (8%). The study reported for the first time the occurrence of the nematode *Spinitectus rodolphiheringi* in the intestine of *A. robertsi*, with a prevalence of 7%, as well the confirmation of the taxonomic classification by mitochondrial cytochrome C subunit I phylogenetic analysis. *Procamallanus inopitanus* and *Neochinorhynchus sp.* were found in the intestine of *H. unimaculatus*. The identification of the parasites and determination of their infection indicators allow to establishing appropriate management methods, reducing infections in the animals, avoiding a decrease in the commercial value and negative impact on the productive chain.

**Keywords:** Acanthocephalus; mitochondrial cytochrome C subunit I; fish endoparasites; Helminths; fish sanity.

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura, no contexto brasileiro, teve um crescimento de 43,8% entre 2007 e 2009, tornando a produção de pescado a mais promissora no mercado nacional de carnes no período (BRASIL, 2014). Segundo a FAO (2016), a pesca e aquicultura brasileira atingirão um crescimento de 104% até o ano de 2025, passando de 1,3 milhão de toneladas, observados no período de 2013 a 2015, para 1,9 milhão em 2025.

No Tocantins, a piscicultura representa uma das atividades de maior potencial, tendo crescido 833% entre 2001 e 2011, produzindo em 2011 o total de 12.412 toneladas (BRASIL, 2012), apresentando como principais espécies de peixes oriundas da pesca no estado, o pirarucu, matrinxã, tucunaré, pirarara, fidalgo e piau (EMBRAPA, 2014).

Os peixes conhecidos como piau pertencem às famílias Anostomidae e Hemiodontidae, sendo relatados em toda a América do Sul e apresentando importância nas atividades de pesca, aquicultura (GUIDELLI et al., 2006) e aquariofilia (MELO; ROPKE, 2004). Economicamente, os peixes são significativos para exploração comercial e consumo no Tocantins (CHICRALA ET AL., 2013).

No contexto sanitário, os peixes possuem importância no processo de transmissão de parasitos com caráter zoonótico. Segundo González et al. (2001), os parasitos de importância para a qualidade de pescados são classificados em dois grupos: os de interesse em saúde pública e aqueles que causam lesões, alterando as características sensoriais e diminuindo o valor comercial do pescado.

O conhecimento epidemiológico das parasitoses e a avaliação da relação parasito e hospedeiro são ferramentas necessárias para estabelecer um sistema de controle sanitário efetivo. A falta de tais informações faz com que os tratamentos anti-helmínticos utilizados sejam, na maioria das vezes, ineficazes, levando ao surgimento de casos clínicos da doença e, conseqüentemente, perdas produtivas nos criadouros (MOTA; CAMPOS; ARAÚJO, 2003).

Na região Norte do Brasil, os estudos referentes aos parasitos de peixes são escassos, e os estudos existentes são, em sua maioria, relativos às classificações taxonômicas onde apenas uma espécie de parasito é descrita e apresentam poucos dados disponíveis. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi determinar o perfil parasitário, bem como os índices de infecção de *Laemolyta garmani*, *Leporinus*

*tigrinus*, *Argonectes robertsi* e *Hemiodus unimaculatus*, provenientes do rio Tocantins (Tocantins, Brasil). Os parasitas foram identificados com base nas características morfológicas, e duas espécies foram identificadas mediante sequenciamento do material genético.

## **CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA**

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Piscicultura

A produção mundial de pescado apresentou um crescimento significativo nas últimas cinco décadas. Além disso, ocorreu um aumento significativo na média de consumo per capita de 9,9 kg em 1960 para 19,7 kg em 2013 (FAO, 2016).

China, Índia, Indonésia, Vietnã, Bangladesh, Noruega, Chile, Egito, Mianmar, Tailândia, Filipinas, Japão e Brasil (13º lugar) foram os maiores produtores de peixes do mundial no ano de 2014, enquanto que os maiores produtores aquícolas foram China, Indonésia, Índia, Vietnã, Filipinas, Bangladesh, República da Coreia, Noruega, Chile, Egito, Mianmar, Japão, Tailândia e Brasil (14º lugar), perfazendo 93,44% da produção em 2014 (FAO, 2016).

A aquicultura brasileira apresentou um crescimento de 43,8% (2007- 2009), já a piscicultura atingiu 60,2% no mesmo período, superando todas as estimativas projetadas e tornando a produção de pescado a mais promissora no mercado nacional de carnes (BRASIL, 2014). Em 2014, a produção aquícola brasileira foi de 562,2 mil toneladas, sendo que 561,8 mil toneladas foram de peixes, e esquima-se que até o ano de 2025 o Brasil tenha um aumento de 104% na pesca e aquicultura (FAO, 2016).

Esse potencial de produção de pescados decorre principalmente da tecnologia aplicada nas últimas décadas, para atender a demanda mundial desses produtos. Segundo Tveteras & Tveteras (2010), esse período foi marcado pelo início da chamada “Revolução Azul” nos anos 90. O melhoramento genético foi muito empregado na piscicultura brasileira, permitindo resultados mais rápidos e ganhos de até 15% nas taxas de crescimento (FILHO; GAYA, 2012; RESENDE et al., 2008). Além disso, os investimentos realizados no setor foram significativos para o aumento produtivo (FAO, 2016).

O Estado do Tocantins, localizado na região Norte do Brasil, faz parte da Amazônia Legal Brasileira e apresenta uma área de 277.720,412 Km<sup>2</sup>. O mesmo é banhado por dois grandes rios, o Tocantins e o Araguaia (IBGE, 2016) e vem apresentando potencial produtivo na pesca extrativista e piscicultura, a última com crescimento de 833% entre 2001 e 2011 (BRASIL, 2012).

A bacia do Rio Tocantins, composto pelas subdivisões Tocantins Alto e Tocantins Baixo, abrange aproximadamente 533.455 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2006) e tem aproximadamente 520 espécies de peixes com base em consulta de literatura e espécimes de museu (LIMA; CAIRES, 2011; GOULDING et al., 2003), dentre as quais se destacam o piau.

O piau é um peixe presente em toda a América do Sul, que possui importância na pesca e na aquicultura (GUIDELLI et al., 2006). Na região da Bacia do Rio Tocantins, as espécies do gênero *Argonectes sp.*, *Hemiodus sp.*, *Leporinus sp.* e *Laemolyta sp.* são conhecidos popularmente como piau. Esses peixes apresentam corpo fusiforme e carne branca de textura firme; a alimentação varia de acordo com a espécie podendo ser: herbívoros ou onívoros (DURAES et al., 2001; CHICRALA ET AL., 2013; MELO; ROPKE, 2004). No contexto econômico, o piau é muito consumido e possui impacto na comercialização nas comunidades locais (CHICRALA ET AL., 2013).

## 2.2 Ordem Characiforme

Os peixes da ordem Characiforme estão entre os mais diversos e abundantes na natureza, sendo relatadas mais de 2.000 espécies distribuídas em 23 famílias (Tabela 1), sendo que 19 delas são descritas em regiões neotropicais (NELSON, 2006; OLIVEIRA et al., 2011). Engloba os peixes com o corpo coberto por escamas ciclóides e com as nadadeiras pélvicas em posição abdominal (BAUMGARTNER, 2012). A dieta é diversificada, incluindo animais detritívoros, como os curimatídeos, herbívoros, como o *Colossoma sp.* e algumas espécies predadoras, por exemplo as piranhas (ORTI E MEYER, 1997).

No Rio Tocantins, as espécies *Laemolyta garmani*, *Leporinus tigrinus*, da família Anostomidae, e *Argonectes robertsi* e *Hemiodus unimaculatus*, da família Hemiodontidae, são observadas com frequência e apresentam importância na pesca e comércio do local (CHICRALA ET AL., 2013).

**Tabela 1** –Levantamento bibliográfico das famílias de peixes da Ordem Characiforme.

<b>Família</b>	<b>Referências</b>
Acestrorhynchidae	Saccol-Pereira et al., 2006
Alestidae	Nelson, 2006.
Anostomidae	Baumgartner, G., 2012.
Bryconidae	Javonillo et al, 2010.
Chalceidae	Albert, Bart e Reis, 2011.
Characidae	Baumgartner, G., 2012.
Citharinidae	Nelson, 2006.
Chilodontidae	Akama et al., 2007.
Ctenoluciidae	Akama et al., 2007.
Crenuchidae	Baumgartner, G., 2012.
Curimatidae	Baumgartner, G., 2012.
Cynodontidae	Akama et al., 2007.
Distichodontidae	Nelson, 2006.
Erythrinidae	Akama et al., 2007.
Gasteropelecidae	Javonillo et al, 2010.
Hemiodontidae	Langeani-Neto, 1996.
Hepsetidae	Nelson, 2006.
Iguanodectidae	Oliveira et al., 2011.
Parodontidae	Baumgartner, G., 2012.
Prochilodontidae	Baumgartner, G., 2012.
Serrasalmididae	Baumgartner, G., 2012.
Serrasalmididae	Ortí et al., 2008.
Triportheidae	Mariguela et al., 2016.



### 2.2.1 Família Anostomidae

Os peixes da família Anostomidae são localizados na América do Sul, com representantes em todas as bacias hidrográficas do Brasil (SANTOS, 1982; NELSON, 2006). Na planície do Bananal, no Mato Grosso, esses peixes têm grande importância comercial e aceitação na aquariofilia. Na Bacia do rio Araguaia/Tocantins apresentam importância no comércio local, entretanto, poucos são os estudos referentes à família (MELO; ROPKE, 2004).

A família apresenta cerca de 110 espécies (SANTOS, 1982; NELSON, 2006), distribuídas nos seguintes gêneros: *Laemolyta* (MELO; ROPKE, 2004) *Leporinus*, *Leporellus*, *Schizodon*, *Abramites* e *Anostomus* (PASTORI; FENOCCHIO; LÓPEZ, 1997). *Laemolyta garmani* e *Leporinus tigrinus* são espécies comuns na Bacia do Tocantins (CHICRALA ET AL., 2013).

#### 2.2.1.1 *Laemolyta garmani* (Borodin, 1931)

*Laemolyta garmani* (Borodin, 1931), conhecido como piau vara, é uma espécie descrita originalmente como *Anostomus (Schizodontopsis) garmani* por Borodin, no Lago Javari, Rio de Janeiro, em 1931 (MAUTARI; MENEZES, 2006). Segundo o mesmo autor, a espécie também foi descrita como *Laemolyta garmani* por Myers em 1950, *Laemolyta taeniata garmani* por Géry em 1964, *Laemolyta garmani macra* por Géry em 1974, *Anostomus (Laemolyta) garmani* por Géry em 1977 e *Anostomus garmani* por Vari e Howe em 1991.



**Figura 1** - *Laemolyta garmani*, Borodin (1931), (Characiformes: Anostomidae) coletados no Rio do Tocantins, entre os municípios de Palmas e Lajeado, Estado do Tocantins, Brasil, 2015.

Morfologicamente, *L. garmani* apresenta quatro escamas longitudinais acima da linha lateral. O perfil dorsal do corpo é reto, alinhados da ponta do focinho à extremidade do processo supra-occipital, a partir do qual permanece reto até o ponto de origem da nadadeira dorsal, e alinhado pósterio ventralmente até o pedúnculo caudal. O perfil ventral é reto, alinhado pósterio ventralmente à ponta da mandíbula inferior até o istmo proximal, ligeiramente convexo a partir desse ponto de origem à nadadeira anal (MAUTARI; MENEZES, 2006).

### **2.2.1.2 *Leporinus tigrinus* (Borodin 1929)**

Conhecido popularmente como piau flamengo, *L. tigrinus* possui coloração do corpo amarelada com sete bandas escuras transversais sobre o tronco (as quatro primeiras geralmente bipartidas no dorso) e 3 ou 4 na cabeça. As bandas se apresentam na seguinte distribuição: 1ª sobre a região umeral, ao nível mediano das nadadeiras peitorais; 2ª anterior à nadadeira dorsal; 3ª posterior à nadadeira dorsal; 4ª entre as nadadeiras dorsal e adiposa; 5ª ao nível da nadadeira adiposa; 6ª entre a nadadeira adiposa e caudal e 7ª sobre a base dos raios caudais. As bandas sobre a cabeça têm a seguinte distribuição: 1ª sobre a máxila superior, contornando o lábio; 2ª geralmente contígua à primeira, entre as narinas posteriores; 3ª sobre a região interorbital e 4ª sobre a nuca, atingindo a porção posterior da abertura branquial (SANTOS; JEGU, 1989).



**Figura 2** –*Leporinus tigrinus*, Borodin (1929), (Characiformes: Anastomidae) coletados na extensão do Rio do Tocantins, entre os municípios de Palmas e Lajeado, Estado do Tocantins, Brasil, 2015.

A espécie é relatada na bacia do Rio Araguaia/ Tocantins, Bacia do Alto Rio Paraná e no rio Paranaíba, Goiás (SANTOS et al., 2013; PAVANELLI et al., 2007).

No estado do Tocantins, a pesca extrativista da espécie tem importância para o comércio regional (CHICRALA ET AL., 2013).

### **2.2.2 Família Hemiodontidae**

Os peixes da família Hemiodontidae (Characiformes) são conhecidos popularmente como piau-voador, jatuaranas, charutos e flexeiras, onde quatro subfamílias estão classificadas dentro do grupo: Anodontinae, Micromischodontinae, Bivibranchiinae e Hemiodontinae, a última apresentando maior número de representantes (LANGEANI-NETO, 1996).

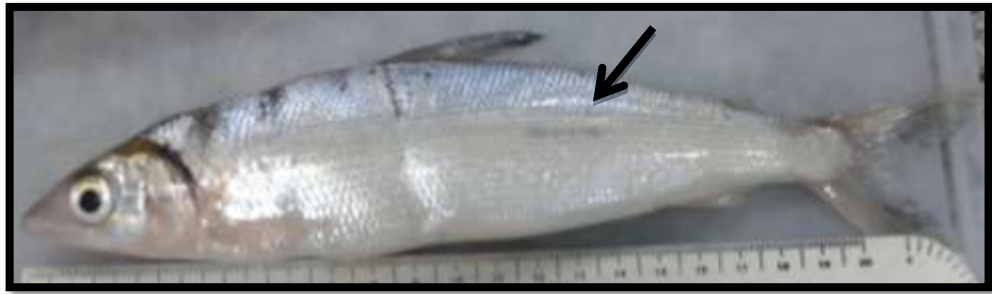
A família apresenta ainda cinco gêneros e trinta e três espécies distribuídos nas bacias hidrográficas do Amazonas-AM, Tocantins-TO, Capim-PA, Amapá-AP, Mearim-MA, Parnaíba-PI, Itapecuru-MA, Oiapoque-AP, Suriname, Camopi (Guiana Francesa), Orinoco e Paraná-Paraguai (LANGEANI-NETO, 1998; REIS et al., 2003).

No monitoramento realizado por Lucinda et al. (2007), os hemiodontídeos *Argonectes robertsi*, *Hemiodus microlepis*, *Hemiodus unimaculatus*, *Hemiodus ternetzi*, *Bivibranchia velox* e *Bivibranchia fowleri* foram relatados na Bacia do rio Tocantins.

Os hemiodontídeos apresentam corpo fusiforme, boca terminal ou subterminal e fenda bucal arredondada com dentes pequenos implantados na maxila superior; já a maxila inferior não apresenta dentes. Geralmente, possui mancha arredondada no flanco e uma faixa escura ao longo do lobo inferior da caudal (FERREIRA; ZUANON; SANTOS, 1998; BRITSKI; SILIMON; LOPES, 1999).

#### **2.2.2.1 *Argonectes robertsi* (Langeani 1999)**

*Argonectes robertsi*, conhecido popularmente como piau-voador, é um peixe de água doce, que apresenta corpo fusiforme, coloração cinza e uma listra escura na linha lateral; o tamanho varia de pequeno a médio (até 40,7 cm). A alimentação é a base de invertebrados e sedimentos (CHICRALA ET AL., 2013). A espécie foi relatada no rio Xingu, bacia do rio Amazonas, rio Tocantins e rio Tapajó (CAMARGO; GIARRIZZO; ISAAC, 2015; LUCINDA et al., 2007).



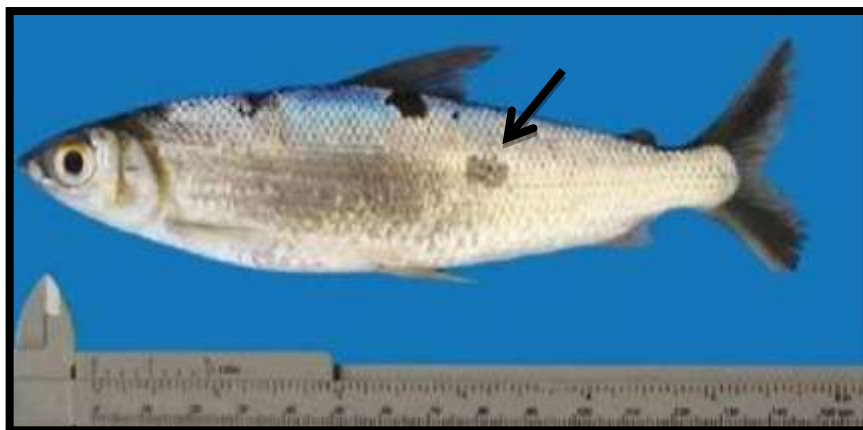
**Figura 3** –*Argonectes robertsi* (Langeani 1999) (Characiformes: Hemiodontidae) coletados no Rio do Tocantins, entre os municípios de Palmas e Lajeado, Estado do Tocantins, Brasil, 2015.

### 2.2.2.2 *Hemiodus unimaculatus*

O gênero *Hemiodus* (Muller, 1842) inclui animais de tamanho pequeno a médio (7 a 30 cm de comprimento padrão) que formam pequenos cardumes em grandes rios. As espécies apresentam variações no padrão de coloração, porém a maioria apresenta uma mancha escura circular nas laterais do corpo e uma pequena listra escura ao longo do lobo inferior da nadadeira caudal (BELTRÃO; ZUANON, 2012).

Os peixes desse gênero foram relatados nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Araguaia-Tocantins, Essequibo, Paraná-Paraguai e Parnaíba (BELTRÃO; ZUANON, 2012), entretanto, existem poucas publicações sobre o gênero no Brasil.

*Hemiodus unimaculatus*, conhecido popularmente como piau uma-pinta e jatuarana-escama-grossa, é um peixe de hábito alimentar onívoro encontrado nas margens de rios e lagos, e que está distribuído em todas as bacias hidrográficas da Amazônia Legal (CINTRA et al., 2013).



**Figura 4** –*Hemiodus unimaculatus*, (Characiformes: Hemiodontidae). Foto de Huann Vasconcelos (TRINDATE, 2012).

## **2.3 Parasitoses em peixes**

As zoonoses parasitárias transmitidas por pescado têm despertado a atenção de autoridades sanitárias, por serem causadores de problemas de saúde pública, em decorrência ao consumo de pescados cru ou mal cozidos (PRADO; CAPUANO, 2006; MELO et al., 2014).

Diversos fatores afetam as populações de parasitos, dentre estas citam-se a temperatura e o hábito alimentar dos hospedeiros (ADLARD; MILLER; SMIT, 2015).

A temperatura influencia a presença e o metabolismo de hospedeiros intermediários, como dos caramujos, onde altas temperaturas aceleram o metabolismo, aumentando a produção de cercárias e sua eliminação (ADLARD; MILLER; SMIT, 2015).

Segundo Martins et al. (2009) e Silva et al. (2011), a presença de parasitos no trato gastrointestinal dos hospedeiros pode indicar quais são os principais alimentos destes hospedeiros ou qual o seu hábito alimentar.

Takemoto et al. (2005), estudaram o efeito de várias características de peixes da Varzea do Alto Rio Paraná (tamanho corporal, comportamento social e reprodutivo, o tipo de desova, categoria trófica, hábitos alimentares, a posição relativa na cadeia alimentar, preferência por determinados habitats e as espécies de peixes nativos ou exóticos) sobre a carga parasitária, e verificaram que a densidade populacional de diferentes espécies de peixes foi o principal determinante da diversidade de espécies de parasitas.

O estudo sobre o perfil parasitário de peixes oferece informações relevantes tanto sobre seus hospedeiros, quanto o habitat de maneira geral, visto que, as alterações ambientais, principalmente as que decorrem de oscilações da dinâmica hidrológica, servem para justificar a presença ou a ausência de determinadas espécies de parasitos, além das respectivas prevalências e intensidades de parasitismo (CINTRA et al., 2013).

### **2.3.1 Cestoda**

Os parasitos dessa classe, também chamados de tênias, morfologicamente, são constituídos por três partes: o escólex, o colo e o estróbilo. O escólex, presente na porção anterior, apresenta as estruturas de fixação; no colo são encontrados as

células germinativas; a terceira região, o estróbilo, é constituído por proglotes (SCHMIDT, 1986).

As formas adultas desses parasitos geralmente são encontradas no intestino dos peixes, porém podem localizar-se em outros órgãos, como estômago, ductos biliares e pancreáticos ou até mesmo na cavidade abdominal (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

A infecção causada pela forma adulta dos cestódeos caracteriza-se por uma leve irritação no local de fixação na mucosa intestinal dos hospedeiros definitivos com presença de hemorragias petequiais. As larvas permanecem encistadas em órgãos internos e na parede do intestino dos hospedeiros intermediários, podendo afetar o processo de absorção de nutrientes (PAVANELLI et al, 2002).

O cestódeo *Diphyllobothrium latum* tem como hospedeiros intermediários os copépodes (primários) e peixes dulcícolas ou marinhos (secundários), que migram para água doce para a reprodução e utilizam o homem como hospedeiro definitivo (EMMEL et al., 2006; SAMPAIO et al., 2005), caracterizando sua importância no contexto de saúde pública.

### 2.3.2 Digenea

Os chamados trematódeos digenéticos são parasitos que apresentam, quase sempre, no mínimo dois hospedeiros, um intermediário, que geralmente é um molusco, e um definitivo que pode ser ave, peixe ou mamífero. Os peixes podem constituir-se também como um segundo hospedeiro intermediário (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

Morfologicamente, os digenéticos apresentam duas ventosas, uma oral e outra ventral, a segunda também conhecida como acetábulo. Apresentam sistema digestivo incompleto, sendo que os cecos terminam em fundo cego. A maioria das espécies são hermafroditas (PAVANELLI et al., 2002).

A patogenia depende geralmente da espécie, localização, tamanho e fase de desenvolvimento dos parasitas, sendo que a forma larval é mais patogênica do que a forma adulta, pois as larvas causam lesões teciduais devido à migração nos órgãos, formando nódulos e gerando um aspecto repugnante na carcaça. Além disso, a infecção pode afetar o comportamento dos animais, tornando-os debilitados

e mais susceptíveis à predação por peixes piscívoros, os quais podem atuar como hospedeiro definitivo (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

Os trematódeos das famílias *Heterophyidae*, *Opisthorchiidae* e *Nanophyetidae* são relatados com importância no contexto higiênico-sanitário (ADAMS; MURELL; CROSS, 1997). A espécie *Rondotrema microvitellarum* foi descrita parasitando o intestino de *Hemiodus microllepis*, hemiodontídeo de água doce (THATCHER, 1999).

### 2.3.3 Nematoda

Os nematódeos são parasitos de corpo filiforme, não segmentado cuja extremidade posterior se afila de forma gradual. Além disso, apresentam sistema digestivo completo e dimorfismo sexual. Os parasitos adultos são encontrados comumente no sistema digestivo dos hospedeiros e as larvas podem apresentar-se no interior de cistos na musculatura, mesentério, cavidade do corpo, tegumento, coração e vasos sanguíneos (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

Segundo Thatcher (1991), para identificação das espécies de nematoides, as principais características utilizadas são: tamanho e forma do corpo, ornamentação da cutícula, forma da boca e lábios, forma e tamanho da cápsula bucal e esôfago, forma da cauda, posição da vulva, forma e tamanho das espículas e número de papilas caudais nos machos.

Vários nematódeos são relevantes no aspecto zoonótico, tais como: *Anisakis simplex* (KIM et al., 2006), *Decipiens sp.*, *Pseudoterranova sp.*, (ADAMS; MURELL; CROSS, 1997), *Eustrongylides sp.* (Família: Dioctophymidae) e *Contraecum sp.* (Família: Anisakidae) (LUQUE, 2004).

### 2.3.4 Acanthocephala

Os acantocéfalos são parasitos que apresentam como principal característica a presença na região anterior do corpo, uma probóscide invaginável e retrátil com ganchos e espinhos que ajudam na fixação ao hospedeiro. Esses parasitos não apresentam sistema digestivo, alimentando-se por osmose. Os sexos são separados, apresentando acentuado dimorfismo sexual (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

Segundo Nickol (1995), as formas adultas geralmente são encontradas no sistema digestivo dos hospedeiros e as larvas podem ser encontradas em vários órgãos como fígado e mesentério dos hospedeiros paratênicos.

Os parasitas do gênero *Neoechinorhynchus* foram relatados como principais causadores de problemas sanitários em criações de peixes rendondos como o tambaqui, tambacu e tambatinga, causando prejuízos econômicos e ambientais nas culturas (MALTA et al., 2001).

## **2.4 Métodos moleculares para identificação de parasitos**

A identificação e classificação de espécies de parasitos, corriqueiramente, é realizada mediante estudo taxonômico. No entanto, as técnicas de biologia molecular estão sendo aplicadas no estudo taxonômico dos parasitos, evolução biológica, genética de populações, estrutura de comunidades, epidemiologia e interação com seus hospedeiros. Dentre as técnicas utilizadas estão: reação em cadeia pela polimerase (PCR), polimorfismo do comprimento dos fragmentos de restrição (RFLP) e sequenciamento direto (MUDRIDGE et al., 2000).

### **2.4.1 Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR)**

A PCR consiste na amplificação de material genético *in vitro*, permitindo que uma sequência de nucleotídeos possa ser replicada seletiva e rapidamente em grandes quantidades a partir de uma amostra de DNA ou RNA. A técnica foi descrita por Kary Mullis nos anos 80 e, é utilizada na realização de testes diagnósticos, procedimentos científicos de biologia molecular, detecção de mutações ou preparação de fragmentos de DNA para clonagem e amplificar o DNA a ser sequenciado (MARTINS et al., 2002).

Após extração do material genético, o DNA é adicionado a uma mistura (pré-mix) que contém os dNTPs (desoxirribonucleotídeos trifosfatos), que são as bases nitrogenadas ligadas à desoxirribose trifosfato, os *primers* também chamados de oligonucleotídeos (ou iniciadores) e a enzima DNA polimerase em uma solução tampão. Toda esta mistura é colocada no termociclador, o qual faz ciclos de temperatura pré-estabelecidos com tempos exatos específicos para cada reação (MOLINA; TOBO, 2004).



A técnica possui três passos: a desnaturação, o anelamento dos *primers* e a extensão. A desnaturação do DNA consiste na separação da dupla hélice, quando a alta temperatura propicia a quebra das pontes de hidrogênio, separando as fitas; o anelamento, que corresponde ao pareamento das bases; e a extensão, que é a síntese da nova fita de DNA (MOLINA; TOBO, 2004).

#### **2.4.2 Sequenciamento**

O sequenciamento direto do DNA continua sendo o padrão-ouro para detectar variação genética ou polimorfismo e pode ser aplicado para genes de única cópia ou múltiplas cópias (JEX et al., 2008). O sequenciamento pode identificar corretamente uma espécie quando outras técnicas deixarem dúvidas em relação à correta identificação. Permite ainda analisar genes indefinidos para verificar diferenças genéticas entre as espécies (XIAO et al., 2000). Geralmente o sequenciamento é realizado a partir dos produtos amplificados da PCR.

As principais técnicas desenvolvidas para o estudo do sequenciamento de DNA foram o método químico de degradação de bases desenvolvido por Allan Maxam e Walter Gilbert, em 1977, e o método enzimático ou didesoxi ou terminação da cadeia de Fred Sanger e colaboradores, em 1978. Os dados produzidos pelo método de Sanger são mais facilmente interpretados e, por isso, foi a técnica mais utilizada em Projetos Genoma (STERKY; LUNDEBERG, 2000).

O método de Sanger caracteriza-se pela inserção de desoxinucleotídeos (dNTPs) e de didesoxinucleotídeos (ddNTPs), que são nucleotídeos terminadores marcados com diferentes fluoróforos, a uma cadeia de DNA em crescimento. A extensão pára quando os ddNTPs são adicionados no lugar dos dNTPs, pois os ddNTPs apresentam um átomo de H no Carbono 3, ao invés de um grupo hidroxila (OH) 3', necessário para a ligação do próximo desoxinucleotídeo (dNTP). A sequência dos nucleotídeos pode ser identificada, pois os ddNTPs são marcados (SANGER; NICKLEN; COULSON, 1997).

A sequência de bases pode ser lida de forma manual, após a exposição das bases em um filme de raio-X, ou de forma automática, utilizando sequenciadores com eletroforese vertical em placa ou eletroforese em capilar (STERKY; LUNDEBERG, 2000).

A reação de sequenciamento automático ocorre em termociclador e é caracterizada por três etapas: desnaturação, anelamento e extensão. Na desnaturação, a molécula de DNA é separada em fita simples quando submetida a altas temperaturas; o anelamento caracteriza-se pelo pareamento do primer à fita de DNA na região complementar à sua sequência; na extensão ocorre a inserção dos dNTPs à nova fita pela ação da Taq DNA Polimerase. No momento da adição de um ddNTP, que está em concentrações menores, a extensão da cadeia é interrompida (LUCKEY et al., 1990).

Após a reação, os produtos são purificados e submetidos ao sequenciador automático, cujos fragmentos marcados com fluorescência migram no interior dos capilares e emitem luz em diferentes comprimentos de onda à medida que são excitados por um feixe de laser. A detecção é feita por um fotomultiplicador e os dados são enviados ao computador e processados em formato de texto ou de eletroferograma, para posterior análise (STERKY; LUNDEBERG, 2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, A. M.; MURELL, K. D.; CROSS, J. H. Parasites of fish and risks to public health. **Revue Acitifque et Technique**, v. 16, n. 2, 652-660p., 1997.

ADLARD; MILLER; SMIT. The butterfly effect: parasite diversity, environment, and emerging disease in aquatic wildlife. **Trends in Parasitology**, v. 31, n. 4, 2015.

ALBERT, J. S.; BART, H. L. JR.; REIS, R. R. **Species richness and cladal diversity. In Historical Biogeography of Neotropical freshwater fishes.** Edited by: Albert JS, Reis RE. California: University of California Press; 2011:89-104 p.

BELTRÃO, H.; ZUANON, J. *Hemiodus langeanii* (Characiformes: Hemiodontidae), a new species from rio Amana, rio Maués-Açú drainage, Amazon basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 2, p. 255-262, 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins- Araguaia. Brasília- DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura.** Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção da aquicultura.** Brasília, 2014. Disponível em <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/producao>> Acesso: 04/09/15 as 12:00hs.

BRITSKI, H. A., SILIMON, K. Z. de S., LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal. Manual de Identificação.** Brasília: Embrapa. 1999. 184p.

CAMARGO, M; GIARRIZZO, T.; ISAAC, VJ. Population and biological parameters of selected fish species from the middle Xingu River, Amazon Basin. **Brazilian Journal of Biology**, v.75, n.3, s.1, 2015.

CHICRALA, P. C. M. S; LIMA, L. K. F; MORO, G. V; NEUBERGER, A. L; MARQUES, E. E; FREITAS, I. S. **Catálogo de peixes comerciais do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães.** Brasília, DF: Embrapa, 2013.

CINTRA, I.H.A.; ROCHA, J.C. DA; NAKAYAMA, L.; MARTINS, J.C.; SILVA, K.C.DE. A pesca de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Pará, Brasil. **Acta pesca**, v. 1, n.1, p.1-12, 2013.

DURÃES, R.; POMPEU, P. DOS SANTOS; GODINHO, A.L. Alimentação de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) durante a formação de um reservatório no sudeste do Brasil. **Iheringia: Série Zoológica**, v. 90, p. 183-191, 2001.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil.** Maringá: Clichetec, 2010.

EMBRAPA. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**: Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado do Tocantins. Brasília, Distrito Federal, 2014. 120p.

EMMEL, V. E.; INAMINE, E.; SECCHI, C.; BRODT, T. C. Z.; AMARO, M. C. O.; CANTARELLI, V. V.; SPALDING, S. *Diphyllobothrium latum*: relato de caso no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 39, n. 1, p. 82-84, 2006.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2014.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. El Estado Mundial De La Pesca Y La Acuicultura, 2016.  
<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>

FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S.; SANTOS, G.M. **Peixes Comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém, Pará**. Brasília: IBAMA, 1998. 210p.

FILHO, J. C.; GAYA, L. G. Abordagens recentes do melhoramento genético de peixes. *Ambiência*, **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. V.8, n.1, 2012.

GONZÁLEZ, I. et al. Aspectos higiénico-sanitarios relacionados con la presencia de parásitos en los productos de la pesca. I. Parásitos de interés. **Alimentaria**, v. 321, p. 55-60, 2001.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E.J.G. **The Smithsonian Atlas of the Amazon**. Washington: Smithsonian Books, 2003, 253 p.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W.L.G.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 281-290, 2006.

JEX, A. R.; SMITH, H. V.; MOIS, P. T.; CAMPBELL, P. E.; GASSER, R. B.. Cryptosporidium — Biotechnological advances in the detection, diagnosis and analysis of genetic variation. **Biotechnology Advances**, v. 26, p. 304-317, 2008.

JAVONILLO, R.; MALABARBA, L. R.; WEITZMAN, S.H.; BURNS, J. R. Relationships among major lineages of characid fishes (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), based on molecular sequence data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 54, n.2, pp. 498-511, 2010.

KIM, S. G.; JO, Y. J.; PARK, Y. S.; KIM, S. H.; SONG, M. H.; LEE, H. H.; KIM, J. S.; RYOU, J. W.; JOO, J. E.; KIM, D. H. Four Cases of Gastric Submucosal Mass Suspected as Anisakiasis. **Korean Journal of Parasitology**, v. 44, n. 1, p. 81-86, 2006.

LANGEANI-NETO, F. **Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (Sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes)**. 175p. Tese - Faculdade de São Paulo- USP, São Paulo, 1996.

LANGEANI-NETO, F. *Argonectes robertsi* n. sp, a new Bivibranchiinae (Pisces, Characiformes, Hemiodontidae) from the Rivers Tapajós, Xingu, Tocantins and Capim, Amazon River drainage. **Naturalia**, n. 23, p. 171-183, 1998.

LIMA, F. C. T. DE; CAIRES, R. A. Peixes da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, bacias dos Rios Tocantins e São Francisco, com observações sobre as implicações biogeográficas das “águas emendadas” dos Rios Sapão e Galheiros. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, 2011.

LUCINDA, P. H. F., I. S. FREITAS, A. B. SOARES, E. E. MARQUES, C. S. AGOSTINHO; R. J. OLIVEIRA. Fish, Lajeado Reservoir, rio Tocantins drainage, State of Tocantins, Brazil. **Check List**, n.3, p. 70-83, 2007.

LUCKEY, J. A.; DROSSMAN, H.; KOSTICHKA, A. J.; MEAD, D. A.; D'CUNHA, J.; NORRIS, T. B.; SMITH, L. M. High speed DNA sequencing by capillary electrophoresis. **Nucleic Acids Research**, n. 11, v. 18, p. 4417–4421, 1990.

LUQUE, J. L. Biologia, Epidemiologia e Controle de Parasitos de Peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, p. 161-165, 2004.

MALTA, J. C. DE O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S. DE; VARELLA, A. M. B. Infestações maciças por Acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em Tambaquis jovens, *Colossomamacropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31, n 1, p. 133-143, 2001.

MARIGUELA, T.C.; ROXO, F. F.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. Phylogeny and biogeography of Triportheidae (Teleostei: Characiformes) based on molecular data. **Molecular Phylogenetic Evolucion**, v. 96, p. 130-139, 2016.

MARTINS, M. L., MORAES, F. R., MIYAZAKI, D. M. Y. BRUM, C. D., ONAKA, E. M., FENERICK Jr, J., BOZZO, F. R. Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatu* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and their haematological effects. **Parasite**, v.9, n.1, p.175 - 180, 2002.

MARTINS, C.; PORTO-FORESTI, F.; WASKO, A.; P.; LEITÃO, G.R.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Marcadores genéticos e sua aplicação na piscicultura. **Biociência & Desenvolvimento**, v.1, n.28, p.1-4, 2002.

MARTINS, M. L.; PEREIRA JR. J.; CHAMBRIER, A. DE; YAMASHITA, M. M. Proteocephalid cestode infection in alien fish, *Cichla piquiti* Kullander and Ferreira, 2006 (Osteichthyes: Cichlidae), from Volta Grande reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p.189-195, 2009.

MAUTARI, K. C.; N. A. MENEZES. Revision of the South American freshwater fish genus *Laemolyta* Cope, 1872 (Ostariophysi: Characiformes: Anostomidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, 27-44, 2006.

MELO, M. V.C.; HOLANDA, M. O.; MARTINS, N.M.; RODRIGUES, R.L. Ocorrência de helmintos em sushis e sashimis comercializados em supermercados de Fortaleza, Ceará. **Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 1, n. 3, 2014.

MELO, C.E.; C.P. RÖPKE. Alimentação e Distribuição de Piaus (Pisces, Anostomidae) na Planície do Bananal, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 1, p. 51-56, 2004.

MOLINA, A. L.; TOBO, P. R. Uso das técnicas de biologia molecular paradiagnóstico. **Einstein**, v. 2, n. 2, p.139- 142, 2004.

MOTA, M. A.; CAMPOS, A. K.; ARAÚJO, J. V. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.23, n.3, p. 93-100, 2003.

MUDRIDGE, N.B.; MORRISON, D.A.; HECKEROTH, .R.; JOHNSON, A.M.; TENTER, A.M. Effects of sequence alignment and structural domains on ribosomal DNA on phylogeny reconstruction for the protozoan family Sarcocystidae. **Molecular Biology and Evolution**, n.17, v.12, p.1842-1853, 2000.

OLIVEIRA, C.; AVELINO, G. S.; ABE, K. T.; MARIGUELA, T. C.; BENINE, R. C.; ORTÍ, G.; VARI, R. P. CORRÊA E CASTRO, R. M. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. **BMC Evolutionary Biology**, v.11, n. 275, 2011.

ORTI, G., MEYER, A. The radiation of characiform fishes and the limits of resolution of mitochondrial ribosomal DNA sequences. **Systematic Biology**, 46: 75-100, 1997.

ORTÍ, G.; SIVASUNDAR,A.; DIETZ, K.; JÉGU, M. Phylogeny of the Serrasalminidae (Characiformes) based on mitochondrial DNA sequences. **Genetics and Molecular Biology**, v.31, n.1, 2008.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 4 ed. John Wiley e Sons, 2006, 600p.

NICKOL, B. B. Phylum Acanthocephala. In: WOO, P. T. K. (Ed. 1), v. 1. **Fish Diseases and disorders: (protozoan and metazoan infections, v 1)**. CAB International. 1995. 447-473 p.

OLIVEIRA, C. et al. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. **BMC Evolutionary Biology**, v.11, n.1, p.275, 2011.

PRADO, S. P.T.; CAPUANO, D.M. Relato de nematóides da família Anisakidae em bacalhau comercializado em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 6, p. 580-581, 2006.

PAVANELLI, G.C.; J.C. EIRAS; R.M. TAKEMOTO. **Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento.** Editora: Universidade Estadual de Maringá, 305p. 2002.

PAVANELLI, C.S., W.J. DA GRAÇA, C.H. ZAWADZKI, H.A. BRITSKI, H.A. VIDOTTI, G.S. AVELINO AND S. VERISSIMO. Fishes from the Corumbá Reservior, Paranaíba River drainage, upper Paraná River basin, State of Goiás, Brazil. **Check List: journal of species lists and distribution**, v. 3, n.1, p. 58-64, 2007.

PASTORI, M. C.; FENOCCHIO, A. S.; LÓPEZ, P. A. First description of microchromosome in the Anostomidae fish *Schizodon nasutus* from Argentina. **Brazilian Journal of Genetics**, v.20, n.3, 1997.

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84551997000300012&script=sci_arttext&tlng=e!n)

84551997000300012&script=sci\_arttext&tlng=e!n> Acesso em: 23/03/2016

REIS, R. E., KULLANDER, S. O., FERRARIS JR. C. J. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America.**Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.

RESENDE, E.K.RIBEIRO, R. P.; LEGAT, A. P.; BENITES, C. **Melhoramento genético em peixes – uma revolução na aquicultura do Brasil.** 2008. Disponível em:<[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_3/MelhoramentoPeixes/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/MelhoramentoPeixes/index.htm). Acesso em: 21/03/2016.

SACCOL-PEREIRA, A.; MILANI, P. C C.; FIALHO, C. B. Primeiro registro de *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Characiformes, Acestrorhynchidae) no sistema da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropical**, v.6, n.3, 2006.

SAMPAIO, J. L. M.; ANDRADE, V. P.; LUCAS, M. C.; FUNG, L.; GAGLIARDI, S. M. B.; SANTOS, S. R. P. Diphyllbothriasis, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v.11, n.10, 2005.

SANGER, F.; NICKLEN, S.; COULSON, A. R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 74, n. 12, p. 5463-5467, 1977.

SANTOS, G.M. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de Aracus e considerações sobre o grupo no lago Janauacá- AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). **Acta Amazônica**,v. 12 n. 4, p.713-739, 1982.

SANTOS, G.M.; JÉGU, M. Inventario taxonômico e redescrição das espécies de Anostomideos (Chaeaciformes, Anostomidae) do baixo Rio Tocantins, PA, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 19, p. 159 - 213. 1989. <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v19/1809-4392-aa-19-0159.pdf>> Acesso em: 23/03/2016.

SANTOS, J.J.; TENCATT, L. F. C.; OTA, R. R.;GRAÇA, W. J. DA. Second record of *Leporinus tigrinus* Borodin, 1929 (Characiformes: Anostomidae) in the Upper Paraná

River basin, Brazil. **Journal of species lists and distribution**, v. 9, n.6, p. 1543–1544, 2013.

SCHMIDT, G.D. **Handbook of tapeworm identification**. Flórida: CRC Press, 1986. 675p.

SILVA, A. M. O.; TAVARES-DIAS, M.; FERNANDES, J. DOS S. Helminthes parasitizing *Semaprochilodus insignis* jardine, 1841 (osteichthyes: prochilodontidae) from the central Amazonia (Brazil), and their relationship with the host. **Neotropical Helminthology**, n. 5, v. 2, 2011.

STERKY, F.; LUNDEBERG, J. Sequence analysis of genes and genomes. **Journal Biotechnology**, n. 7, v. 76, p. 1-31, 2000.

TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; LIZAMA, M. A. P.; LUQUE, J. L.; POULIN, R. Host density as a major determinant of endoparasite species richness in fishes of floodplain of the upper Parana River, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 79, n. 1, p. 75-84, 2005.

THATCHER, V. E. Amazon fish parasites. **Amazoniana**, v. 11, p. 263-571, 1991.

TRINDADE, P. A. de A. **Biologia e ecologia trófica de *Hemiodus unimaculatus* (BLOCH, 1794) (Characiformes: Hemiodontidae) no Rio Araguari, na área de influência da usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, Amapá, Brasil**. 72 p. Dissertação (Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

TVETERAS, S.; TVETERAS, R. The Global Competition for Wild Fish Resources between Livestock and Aquaculture. **Journal of Agricultural Economics**, v. 61, n. 2, p. 381–397, 2010.

XIAO, L.; MORGAN, U. M.; FAYER, R.; THOMPSON R. C.; LAL, A. A.. *Cryptosporidium* Systematics and Implications for Public Health. **Parasitology Today**, v. 16, n. 7, p. 287-292, 2000.



**CAPÍTULO II - Helmintos de *Laemolyta garmani* (Characiforme: Anostomidae) e *Leporinus trigrinus* (Characiforme: Anostomidae) coletados no Rio Tocantins, Brasil.**

**Helminths of *Laemolyta garmani* (Characiforme: Anostomidae) and *Leporinus tigrinus* (Characiforme: Anostomidae) collected in the Tocantins River, Brazil.**

**RESUMO**

Os anostomídeos são peixes de grande impacto econômico na pesca e no comércio, entretanto pouco se sabe sobre as principais parasitoses desses animais. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo descrever os principais helmintos presentes em *Laemolyta garmani* e *Leporinus tigrinus*, coletados na bacia do rio Tocantins. Os peixes foram adquiridos no rio Tocantins, entre setembro e outubro de 2015, submetidos à necropsia parasitológica para pesquisa e identificação morfológica de parasitas. Dentre os animais analisados, 55,14% apresentaram ao menos uma espécie de parasito da classe dos nematódeos ou trematódeos, não sendo observada a presença de cestódeos. Na fauna parasitária de *L. tigrinus* foram encontrados duas espécies de helmintos, *Goezia leporini* em 16% dos animais e *Rondotrema microvitellarum* em 8%. *L. garmani* apresentou infecção por *Spinitectus rodolphiheringi* (4%), *Procamallanus macaenses* (8%), *Brasilnema sp.* (28%) e os digenéticos *R. microvitellarum* (16%) e *Culuwiya sp.* (8%). Dos helmintos identificados, o gênero que apresentou os maiores índices de infecção foi o *Brasilnema sp.* Este é o primeiro trabalho relatando o perfil parasitário de *L. garmani* e *L. tigrinus*.

**Palavras-chave:** Digenea; Helmintos de peixes; Nematoda; piau.

**Helminths of *Laemolyta garmani* (Characiform: Anostomidae) and *Leporinus tigrinus* (Characiform: Anostomidae) collected in the Tocantins River, Brazil.**

**ABSTRACT**

The anostomids are fish of great economic impact in the fishing and commerce, however few are data on fish parasitoses. The fish were acquired between August and October 2015, anesthetized, euthanized and submitted to parasitological necropsy for research and morphological identification of parasites. 55.14% of the analyzed animals has at least one nematode or trematode species,

and were not observed cestode. *L. tigrinus* presented infection by two species of helminths, *Goezia leporini*, found in 16% of the animals and *Rondotrema microvitellarum* in 8%. *L. garmani* presented infection by *Spinitectus rodolphiheringi* (4%), *Brasilnema sp.* (28%), *R. microvitellarum* (16%) and *Culuwiya sp.* (8%). The genus *Brasilnema sp* presented high infection indicators. This is the first study reporting the *L. garmani* and *L. tigrinus* parasitic profile.

**Keywords:** Digenea; fish Helminths; Nematoda; piau.

## 1 INTRODUÇÃO

Os peixes da família Anostomidae (ordem Characiformes), conhecidos popularmente como piau, estão distribuídos em toda a América do Sul, com representantes em todas as bacias hidrográficas do Brasil (SANTOS 1982, NELSON 1994). *Laemolyta garmani*, também conhecido como piau-vara, (MELO; ROPKE, 2004) e *Leporinus tigrinus*, o piau-flamengo, (PASTORI; FENOCCHIO; LÓPEZ, 1997) são anostomídeos relatados na bacia do Rio Araguaia/ Tocantins (SANTOS et al., 2013), possuindo impacto na pesca e comercialização nas comunidades locais (CHICRALA ET AL., 2013), além de aceitação na aquarofilia (MELO; ROPKE, 2004).

O piau vara (*L. garmani*) é descrito por apresentar quatro escamas longitudinais acima da linha lateral. O perfil dorsal do corpo é reto, alinhados da ponta do focinho à extremidade do processo supra-occipital, a partir do qual permanece reto até o ponto de origem da nadadeira dorsal, e alinhado póstero ventralmente até o pedúnculo caudal. O perfil ventral é reto, alinhado póstero ventralmente à ponta da mandíbula inferior até o istmo proximal, ligeiramente convexo a partir desse ponto de origem à nadadeira anal (MAUTARI; MENEZES, 2006).

O piau flamengo (*L. tigrinus*) possui coloração do corpo amarelada com sete bandas escuras transversais sobre o tronco e três ou quatro na cabeça (SANTOS; JEGU, 1989), sendo esta a característica responsável pelo seu nome popular. A espécie é relatada na bacia do Rio Araguaia/ Tocantins, Bacia do Alto Rio Paraná e no rio Paranaíba, Goiás (SANTOS et al., 2013; PAVANELLI et al., 2007). No estado

do Tocantins, a pesca extrativista da espécie apresenta importância para o comércio regional (CHICRALA ET AL., 2013).

A intensificação da criação de peixes promoveu aumento da incidência de doenças e parasitas, que são responsáveis por ocasionar lesões que alteram as características sensoriais e qualidade do pescado, gerando prejuízos econômicos e ambientais a cadeia produtiva (GONZÁLEZ et al., 2001). Assim, o estudo sobre o perfil parasitário pode oferecer dados relevantes sobre seus hospedeiros e sobre o habitat de maneira geral, gerando informações necessárias para estabelecer um sistema de controle efetivo de doenças de origem parasitária (MOTA; CAMPOS; ARAÚJO, 2003).

Nesse sentido, dada a escassez de informações sobre o tema, o presente trabalho teve como objetivo descrever o seu perfil parasitário, bem como os índices de infecção de *Laemolyta garmani* e *Leporinus tigrinus*, coletados na extensão do rio Tocantins, Tocantins, Brasil.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida no Biotério e Laboratório de Experimentação Animal da Universidade Federal do Tocantins- UFT, Campus de Palmas.

### **2.1 Coleta de amostras e estudo parasitológico**

Foram adquiridos 29 espécimes de peixes, 04 da espécie *L. tigrinus* e 25 da espécie *L. garmani*, no Rio Tocantins, nos municípios de Palmas e Lajeado, Estado do Tocantins, de setembro a outubro de 2015. Os animais do município de Palmas foram adquiridos com pescadores locais devidamente cadastrados junto à Superintendência de Pesca do Estado; os animais de Lajeado foram pescados com anzol, anestesiados por meio de imersão em solução de óleo de cravo da Índia (Eugenol) na concentração de 37,5% (VIDAL et al., 2007; SIMÕES et al., 2012; CHO; HEAT, 2000) e eutanasiados de acordo com legislação brasileira (CONCEA, 2008). Os peixes foram acondicionados em caixas térmicas, identificados e transportados para o local de processamento. Todos os procedimentos usados no experimento foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação

Animal da Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil (23101.002385/2014-11).

Os peixes foram medidos com régua, determinando comprimento total médio (CT) e comprimento padrão médio (CP), e pesados em balança digital. A superfície corpórea, brânquias e cavidades foram examinadas quanto à presença de ectoparasitas. Posteriormente, foram submetidos à necropsia parasitológica para pesquisa de helmintos e acantocéfalos. As nadadeiras, pele e musculatura foram processadas pela técnica de digestão em pepsina a 0,6% por 4 horas para coleta de larvas e metacercárias (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

Os parasitas foram fixados em solução de formol acético, armazenados em microtubos de polietileno para posterior caracterização morfológica. Em seguida, foram transferidos do fixador para ácido acético 80%, permanecendo por até 30 minutos, para clarificação e observação das formações celulares. Para aqueles que necessitaram da observação das formações quitinizadas, utilizou-se o creosoto de Faya, após o ácido acético, para uma melhor diafanização (TRAVASSOS, 1950).

A identificação dos parasitas foi realizada de acordo com Martins e Yoshitoshil(2003) para *Goezia leporini*, Thatcher (2006) para *Spinitectus rodolphiheringi*, Moravec, Konan e Fernandes (1992) para *Brasilnema sp.*, Thatcher (1999) para *Rondotrema microvitellarun* e Overstreet e Curran(2005) para *Culuwiya*.

Para análise estatística, foram calculadas abundância e intensidade médias (AM e IM) e prevalência (P) de infecção (BUSH et al., 1997).

### 3 RESULTADOS

O peso médio de *L. tigrinus* e *L. garmani* foi de  $125,40 \pm 123,74$  g e  $55,66 \pm 28,89$  g, respectivamente. A média do comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP) foram de  $21 \pm 6$  e  $17 \pm 5$  cm para *L. tigrinus* e  $16,77 \pm 2,5$  e  $13,76 \pm 2,26$  cm para *L. garmani*, respectivamente.

Foram registrados 16 peixes infectados com pelo menos um helminto, com prevalência de 55,17% (16/29) do total coletado. Na fauna parasitária de *L. tigrinus* foram encontrados duas espécies de helmintos (Tabela 1), o nematódeo *Goezia leporini* (Figura 1) (MARTINS; YOSHITOSHI, 2003) e o digenético *Rondotrema microvitellarun* (Figura 2) (THATCHER, 1999). *G. leporini* apresentou maior abundância média, de 3,25, parasitando a cavidade abdominal e o estômago;

prevalência de 25% e incidência média de 1. *R. microvitellarun* apresentou abundância média de 0,25, prevalência de 25 %, 0,25 e intensidade média de 1 (Tabela 1).

*L. garmani* apresentou maior diversidade de parasitos (Tabela 1). Foram identificados os nematódeos: *Spinitectus rodolphiheringi* (VAZ & PEREIRA, 1934) apresentando abundância média de 0,04, prevalência de 4% e intensidade média de 1 (Figura 3) e o gênero *Brasilnema sp.* (MORAVEC, KONAN, FERNANDES 1992) (Figura 4) com abundância média de 16,16, prevalência de 28%, e intensidade média de 57,71. Os digenéticos identificados foram *R. microvitellarun* e *Culuwiya sp.* (OVERSTREET e CURRAN 2005). *R. microvitellarun* apresentou abundância média de 0,48, prevalência de 16% e intensidade média de 3 e *Culuwiya sp.*, abundância média de 0,16, prevalência de 8% e intensidade média de 2,00.

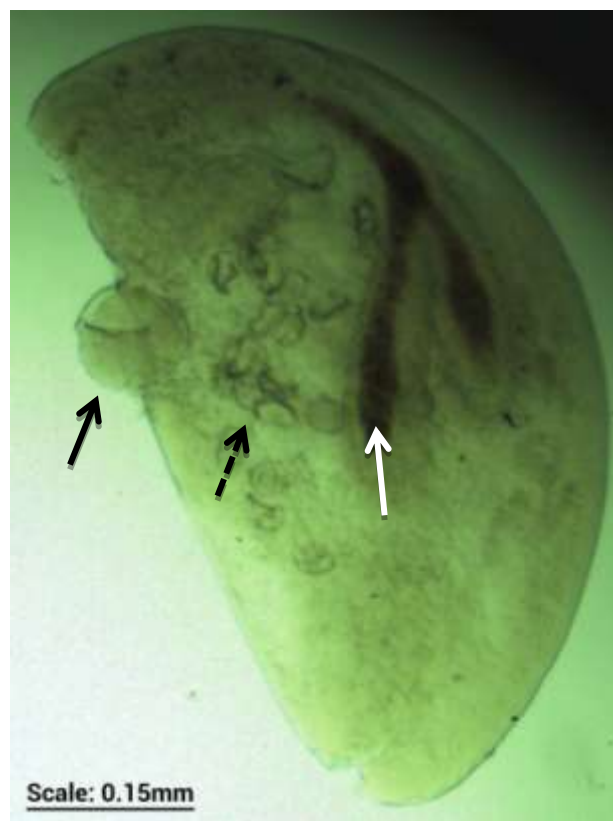
**Tabela 1**– Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) por helmintos identificados em *Laemolita garmani* e *Leporinus tigrinus*, anostomídeos coletados no Rio Tocantins (Tocantins, Brasil) em 2015.

Espécie de peixes	Espécie de parasito	Local	P(%)	AM	IM
<i>L. tigrinus</i> n= 25	<i>Goezia leporini</i> (Martins & Yoshitoshil, 2003)	Cavidade abdominal/ estômago	25	3,25	1
	<i>Rondotrema microvitellarun</i> (Thatcher, 1999)	Intestinos	25	0,25	1
	<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> (Vaz & Pereira, 1934)	Intestinos	4	0,04	1
<i>L. garmani</i> n=04	<i>Brasilnema sp.</i> (Moravec, Konan, Fernandes 1992)	Intestinos	28	16,16	57,7 1
	<i>Rondotrema microvitellarun</i> (Thatcher, 1999)	Intestinos	16	0,48	3
	<i>Culuwiya sp.</i> (Overstreet & Curran, 2005)	Intestinos	8	0,16	2

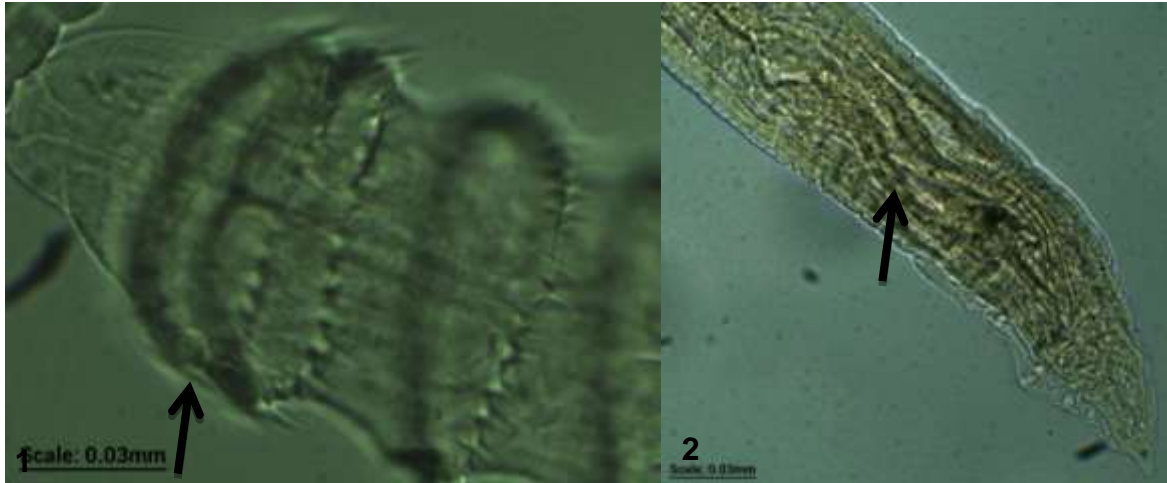
n= número amostral.



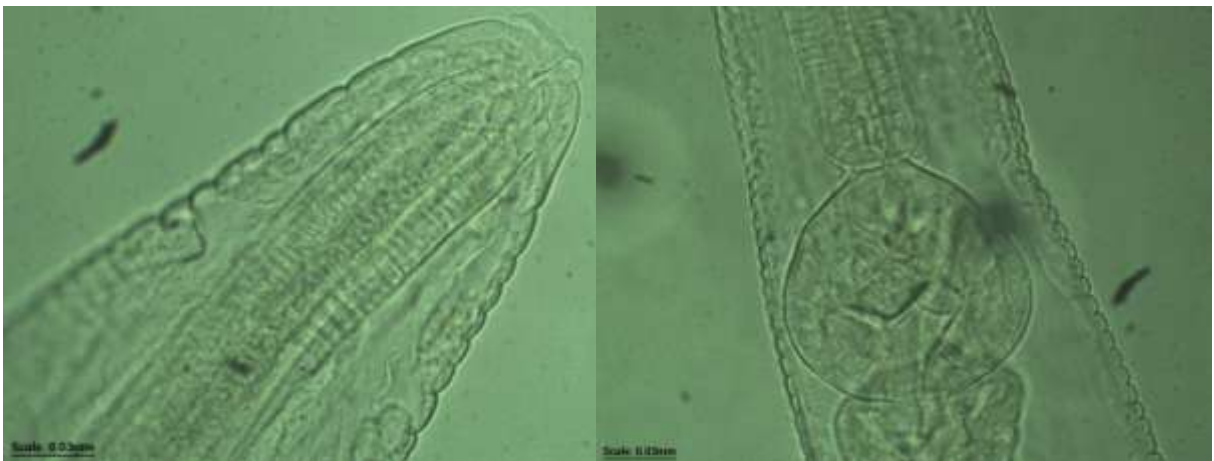
**Figura1** - *Goezia leporini*. (A) extremidade anterior (seta = papila lateral, b= bulbo). (2) extremidade posterior da fêmea.



**Figura2** - *Rondotrema microvitellarum*. (seta preta: acetábulo; seta pontilhada: ovos; seta branca: ceco).



**Figura3** - *Spinitectus rodolphiheringi*. (1) extremidade anterior com presença de coroa de espinhos (seta); (2) extremidade posterior do macho (seta). Obj de 40x.



**Figura4**- *Brasilnema* sp. (1) extremidade anterior; (2) esôfago e bulbo musculoso.

#### 4 DISCUSSÃO

A comunidade parasitária dos peixes analisados foi caracterizada pela presença de digenéticos e nematódeos, sendo o segundo o principal grupo. A ocorrência do nematódeo *G. leporini* (família: Anisakidae) parasitando peixes do gênero *Leporinus* sp. foi relatada por Martins e Yoshitoshi (2003). Segundo os autores, o peixe *Leporinus macrocephalus*, coletados em tanques de cultivos, apresentou infecção maciça, de 65% (21/32), com os parasitas firmemente aderidos à parede do estômago, causando obstrução e, às vezes, perfuração, sendo considerada como causa principal da morte dos peixes no cultivo. No presente trabalho não foi observado obstrução ou perfuração intestinal em *L. tigrinus*,



possivelmente devido à baixa IM (IM=1) quando comparada com a infecção descrita em *L. macrocephalus* que apresentou IM de 4,1.

Espécies de *Goezia sp.* são consideradas patogênicas para os hospedeiros definitivos. A alta mortalidade em peixes foi relatada quando parasitados pelas espécies *G. spinulosa* e *G. ascaroides*, no Brasil e na União Soviética, respectivamente (FREITAS; LENT, 1946; MOZGOVOY et al. 1971). Na Florida (EUA), a mortalidade também foi associada aos parasitos do mesmo gênero (MORAVEC, 1998).

Das espécies de *Goezia sp.* descritas, somente *G. ascaroides*(Goeze, 1782), parasita relatado no peixe europeu *Silurus glanis* Linnaeus, apresenta ciclo elucidado. De acordo com Mozgovoy et al (1971), as fêmeas grávidas de *G. ascaroides* se encontram no interior de dilatações edemaciadas na parede do estômago, lugar onde depositam os ovos, os quais passam pela abertura do edema e progridem até o intestino, onde serão eliminados, com as fezes do hospedeiro, na água. Após 3 a 4 dias, as larvas de segundo estágio (L2) eclodem e estas serão ingeridas pelo hospedeiro intermediário, o crustáceo *Diaptomus castor*.

No hospedeiro intermediário, as larvas evoluem para L3, tornando-se infectante para o hospedeiro definitivo. Várias espécies de pequenos peixes podem servir como hospedeiro paratênico para o parasito, localizando-se em cistos na parede do estômago e do intestino. O hospedeiro definitivo adquire a infecção pela ingestão do hospedeiro intermediário ou paratênico infectados. A L3 passa por duas mudas, L4 e L5, no hospedeiro definitivo até chegar a sua forma adulta. O período pré-patente é estimado em dois meses.

Acredita-se que o ciclo de *G. leporini* possa ser semelhante, entretanto não está elucidado. O crustáceo *D. castor* não é relatado no Brasil, entretanto, durante a necropsia, foram observados microcurstáceos parcialmente digeridos no estômago de *L. tigrinus*, um possível hospedeiro intermediário para *G. leporini*.

*Rondotrema microvitellarum* foi descrito parasitando o lúmen intestinal de *Hemiodus microllepis* (piauí escama fina ou piauí uma-pinta), peixes coletados no rio Guaporé em Rondônia, Brasil (THATCHER, 1999), sendo assim, esta é a primeira descrição do digenético parasitando *L. tigrinus* e *L. garmani*. Apesar de não integrar a mesma família, as espécies de peixes possuem hábitos alimentares e estrutura corporal semelhantes. A dieta é representada por vegetais, detritos, insetos de diferentes ordens e invertebrados aquáticos (BALASSA et al., 2004). Além disso,

são peixes que vivem principalmente em ambientes represados (BALASSA et al., 2004).

As espécies do gênero *Spinitectus* sp. (Fourment, 1883) são descritas parasitando o intestino de peixes e anfíbios. Morfologicamente, são pequenos, cilíndricos e esbranquiçados, apresentam cutícula espessa e anéis transversais, interrompidos medianamente, com espinhos que vão da região anterior até a posterior. Possuem pseudolábios, abertura oral alongada dorsoventralmente, estoma pouco esclerotizado e a parte anterior formando um prostômio. O esôfago é dividido em duas porções, uma muscular e outra glandular (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006).

Na América do Sul são descritas sete espécies: *S. pachyuri* (Petter 1984), *S. multipapillatus* (Petter 1987), *S. mexicanus* (Caspeta-Mandujano, Moravec, Salgado-Maldonado, 2000), *S. carolini* (Perez-Ponce de León 1996), *S. asperus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928 - sinônimo: *S. jamundensis*, Thatcher, Padilha, 1977), *S. rodolphiheringi* (Vaz & Pereira, 1934) e *S. yorkei* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928). As três últimas sendo descritas no Brasil (CASPETA-MANDUJANO; MORAVEC; SALGADO-MALDONADO, 2000; MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006). *S. rodolphiheringi* foi identificada parasitando o intestino de *L. garmani*, sendo este o primeiro relatado do parasito no peixe.

O gênero *Brasilnema* sp. foi descrito por Moravec, Konan e Fernandes (1992). O nematodeo *B. pimelodellae* foi a primeira espécie relatada, parasitando o intestino de *Pimelodella lateristriga* norio Paraná (MORAVEC; KONAN; FERNANDES, 1992). Neste estudo, o parasita trata-se de uma nova espécie do gênero *Brasilnema* sp. isolado do intestino de *L. garmani*. O oxiurídeo apresenta corpo pequeno, com estrias transversais distintas e asas laterais em ambos os sexos. A boca tem abertura hexagonal, apresentando lábios e cápsula bucal pequena, o que difere da espécie já relatada. A cauda é longa em ambos os sexos. O macho não possui gubernáculo e tem espículo simples, moderadamente esclerotizado. A fêmea possui vulva pré-equatorial.

O digenético *Culuwiya* sp. também foi encontrado no intestino de *L. garmani*, sendo este o primeiro registro da ocorrência. O gênero *Culuwiya* sp. pertence à família Haploporidae (Nicoll, 1914) e foi criado após revisão da família por Overstreet e Curran (2005), para reclassificar *Culuwiya tilapiae* que até então era classificada como *Carassotrema tilapiae* (Nasir; Gómez, 1976). No presente trabalho não foi

possível classificar a espécie com base nas chaves encontradas. A classificação como nova espécie não seria viável devido a pouca quantidade de exemplares de parasitos recuperados.

Várias espécies de *Culuwiya sp.* são relatadas parasitando peixes de água doce ou salgada (AGUIRRE-MACEDO; SCHOLZ, 2005; HUNTER; THOMAS, 1961; NASIR; GÓMEZ, 1976), sendo que a maioria não apresenta o ciclo de vida elucidado. *Culuwiya tilapiae* (Nasir e Gómez, 1976) é um Haploporidae descrito como parasito de *Tilapia mossambica*, peixe de água doce com importância na cadeia produtiva de pescado no Brasil, e que possui o ciclo de vida descrito (Díaz et al., 2009).

As formas adultas estão presentes no intestino do peixe e formas intermediárias, em caramujos. As rédias do parasito desenvolvem-se no interior da glândula do caramujo *Phyrgophorus cf. spiralis*, sendo que cada rédia contém de 4 a 7 cercárias. O caramujo libera no ambiente aquático os cistos. Em infecção experimental com metacercárias, recuperou-se digenéticos adultos no intestino de *Tilapia mossambica* com 24 a 32 dias pós-infecção (DÍAZ et al., 2009).

Animais de ambiente natural apresentam fauna parasitária, muitas vezes sem manifestação clínica, que podem ser aparente em mudanças nas condições ambientais. Dentre os animais analisados, 55,14% apresentaram ao menos uma espécie de parasito da classe dos nematódeos ou trematódeos. Não foi observada a presença de cestódeos. *Leporinus trigrinus* estava parasitado por *Goezia leporini* e *Rondotrema microvitellarum*. *Laemolita garmani* apresentou infecção intestinal por *S. rodolphiheringi*, *Brasilnema sp.*, *R. microvitellarum* e *Culuwiya sp.*, no qual *Brasilnema sp.* apresentou maiores índices de infecção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE-MACEDO, M. L.; SCHOLZ, T. *Culuwiya Cichlidorum* N. Sp. (Digenea: Haploporidae) From The Black-Belt Cichlid *Vieja Maculicauda* (Pisces: Cichlidae) From Nicaragua. **Journal of Parasitology**, v. 91, n.6, p. 1379-1384, 2005.
- BALASSA, G. C.; FUGI, R.; HAHN, N. S.; GALINA, A.B. Dieta de espécies de Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia: Série Zoológica**, v. 94, n. 1, p. 77-82, 2004.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms. Margolis et al. Revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.
- CASPETA-MANDUJANO, J.M.; MORAVEC, F.; SALGADO-MALDONADO, G. *Spinitectus mexicanus* n. sp. (Nematoda: Cystidicolidae) from the Intestine of the Freshwater Fish *Heterandria bimaculata* in Mexico. **The Journal of Parasitology**, v. 86, n. 1, p. 83-88, 2000.  
<[http://www.jstor.org/stable/3284914?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/3284914?seq=1#page_scan_tab_contents)> Acesso em: 09/mai/2016.
- CHO, G.K.; HEATH, D. Comparision of tricaine methanesulphonate (MS222) and clove oil anesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). **AquacultureResearch**, v. 31, p. 537-546, 2000.
- CHICRALA, P. C. M. S; LIMA, L. K. F; MORO, G. V; NEUBERGER, A. L; MARQUES, E. E; FREITAS, I. S. **Catálogo de peixes comerciais do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- CONCEA, 2013. **Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – Resolução Normativa nº13, 20 de Setembro de 2013**. Disponível em file:///C:/Users/User/Downloads/DIRETRIZES%20DA%20PR%C3%81TICA%20DE%20EUTAN%C3%81SIA%20DO%20CONCEA.pdf. Acesso em 10/10/2015.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudos etécnicos laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2. ed. Maringá: EDUEM, 199 p. 2006.
- FREITAS, J. T. DE; LENT, H. Infestação de apaiarís “*Astronotus ocellatus*” (Agassiz) pelo nematódeo “*Goezia spinulosa*” (Diesing, 1839). **Revista Brasileira de Biologia**, n. 6, p. 215–222, 1946.
- GONZÁLEZ, I. et al. Aspectos higiénico-sanitarios relacionados con la presencia de parásitos en los productos de la pesca. I. Parásitos de interés. **Alimentaria**, v. 321, p. 55-60, 2001.

HUNTER, W. S., AND L. J. THOMAS. A new species of *Saccacoelium* (Trematoda, Haploporidae) from Beaufort, N.C. **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 80, p. 176–179, 1961.

LUQUE, J. L. Biologia, Epidemiologia e Controle de Parasitos de Peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, p. 161-165, 2004.

MARTINS, M. L.; YOSHITOSHI, E. R. A new nematode species *Goezia leporini* n. sp. (ANISAKIDAE) from cultured freshwater fish *Leporinus macrocephalus* (ANOSTOMIDAE) in Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 63, n.3, p. 497-506, 2003.

MELO, C.E.; C.P. RÖPKE. Alimentação e Distribuição de Piaus (Pisces, Anostomidae) na Planície do Bananal, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 1, p. 51-56, 2004.

MORAVEC, F. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region**. Academia, Prague, 1998. 464 pp.

MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Three new species of oxyuroid nematodes, including two new genera, from freshwater catfishes in Brazil. **Systematic Parasitology**, v. 21, p. 189-201, 1992.

MOTA, M. A.; CAMPOS, A. K.; ARAÚJO, J. V. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.23, n.3, p. 93-100, 2003.

MOZGOVOY A.A., SHAKHMATOVA V.I., SEMENOVA M.K. On the life cycle of *Goezia ascaroides* (Ascaridata: Goeziidae), a nematode of freshwater fish. Sbor. rabot po gelmintologii, **Publ. House Kolos**, p. 259–265, 1971.

NASIR, P.; GOMEZ, Y. *Carassotrema tilapiae* n. Sp. (Haploporidae Nicoll, 1914) from the freshwater fish, *Tilapia mossambica* (Peters), in Venezuela. **RivistaParassitologia**, n. 37, p. 207-228. 1976.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. John Wiley e Sons, Inc., n. 4, 600p. 1994.

OVERSTREET, R.M.; CURRAN, S.S. Family Haploporidae Nicoll, 1914. In: **Key to the Trematoda**, 2 ed., A. Jones, R. A. Bray, and D.I. Gibson (Eds). London: CAB International and The Natural History Museum, 2005. 129- 165pp.

PASTORI, M. C.; FENOCCHIO, A. S.; LÓPEZ, P. A. First description of microchromosome in the Anostomidae fish *Schizodon nasutus* from Argentina . **Brazilian Journal of Genetics**, v.20, n.3, 1997.

SANTOS, G.M. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de *Aracus* e considerações sobre o grupo no lago Janauacá- AM (Osteichtyes, Characoidei, Anostomidae). **Acta Amazônica**, v. 12 n. 4, p.713-739, 1982.

SANTOS, J.J.; TENCATT, L. F. C.; OTA, R. R.; GRAÇA, W. J. DA. Second record of *Leporinus tigrinus* Borodin, 1929 (Characiformes: Anostomidae) in the Upper Paraná

River basin, Brazil. **Journal of species lists and distribution**, v. 9, n.6, p. 1543–1544, 2013.

SIMÕES, L.N.; GOMIDE, A.T.M.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; VAL, A.L.; GOMES, L.C. O uso do óleo de cravo como anestésico em juvenis avançados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 175-181, 2012.

THATCHER, V. E. **Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites**. v. 1, 2ed. Sofia: Pensoft, 2006. 496 p.

THATCHER, V. E. **Amazon fish Parasites**. 2nd. ed. Moscow : Pensoft, 2006. 508p

THATCHER, E. V. Two New Haploporidae (Trematoda) Of Fishes. **Acta Amazônica**, v. 29, n. 4, p. 601-605, 1999.

TRAVASSOS, L. **Introdução ao estudo da helmintologia**. Rio de Janeiro: Edição da Revista Brasileira de Biologia, 1950, 169p.

VIDAL, L.V.O.; FURUYA, W.M.; GRACIANO, T.S.; SCHAMBER, C.R.; SANTOS, L.D.; SOARES, C.M. Concentrações de Eugenol para Concentrações de Eugenol para de Eugenol para anestesia profunda e toxicidade anestesia profunda e toxicidade aguda em juvenis de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 357-362, 2007.

**CAPÍTULO III - Primeiro relato de *Spinitectusrodolphiheringi* (Nematoda:  
Cystidicolidae) parasitando o intestino de *Argonectes robertsi***

**Primeiro relato de *Spinitectus rodolphiheringi* (Nematoda: Cystidicolidae)  
parasitando o intestino de *Argonectes robertsi***

**RESUMO**

O estudo relatou a primeira ocorrência do nematodeo *Spinitectus rodolphiheringi* parasitando o intestino de *Argonectes robertsi*. Um total de quinze peixes foi coletado de setembro a outubro de 2015, no Rio Tocantins (Tocantins, Brasil). A infecção apresentou prevalência de 7%, abundância média de 1,07 e intensidade média de 16. Morfologicamente, o parasita apresenta corpo filiforme, variando de 1,86-2,01 mm (machos) de comprimento e 3,91-4,40 mm (fêmeas) e 0,061-0,124 mm de largura, cutícula espessa e anéis transversais com espinhos (0,007-0,019 mm), que vão da região anterior até a posterior, interrompidos medianamente. Observam-se também pseudolábios e vestíbulo medindo de 0,0389-0,0416 mm. Os machos apresentam um par de espículos iguais (0,128mm). Os ovos são larvados, medindo 0,025-0,039mm de comprimento por 0,018-0,023mm de largura. O DNA foi extraído e submetido à análise de sequenciamento do gene citocromo c oxidase subunidade I (COI), confirmando a presença do gênero *Spinitectus* na superfamília Habronematoidea, no clado Spirurina. Essa é a primeira descrição do gene COI de *S. rodolphiheringi*.

**Palavras-chave:** Cystidicolidae; Habronoematoidea; Hemiodontidae; piau; subunidade 1 Citocromo c oxidase mitocondrial.

**First record of *Spinitectus rodolphiheringi* (Nematoda: Cystidicolidae)  
parasitizing the intestine of *Argonectes robertsi***

**ABSTRACT**

The study reported the first occurrence of the nematode *Spinitectus rodolphiheringi* parasitizing the intestine of *Argonectes robertsi*. A total of fifteen fish were collected from September to October 2015 in the Tocantins River (Tocantins, Brazil). The infection had prevalence of 7%, abundance of 1.07 and mean intensity of 16. The parasite has a filiform body, length ranging from 1.86-2.01 mm (males) and 3.91-4,40



mm (females) and width from 0.061-0.124 mm, thick cuticle and transverse rings with small conical spines (0.007-0.019 mm), from the anterior to posterior region of the body, interrupted in midline. Pseudolabs and vestibule measuring 0.0389-0.0416 mm are also observed. Males with a pair of equal spicule (0.128mm). The eggs are larvae, measuring 0.025-0.039 mm in length by 0.018-0.023mm in width. The DNA was extracted and submitted of the mitochondrial cytochrome oxidase C subunit I (COI) gene phylogenetic analysis, confirming the presence of the genus *Spinitectus* in the superfamily Habronematoidea, Spirurina clade. This is the first description of the COI gene of *S. rodolphiheringi*.

**Key words:** Cystidicolidae; Habronematoidea; Hemiodontidae; piau; mitochondrial cytochrome oxidase c subunit 1.

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar de ser uma importante fonte de proteína e lipídeos, os pescados apresentam-se como potenciais veiculadores de zoonoses parasitárias, podendo ser transmitidas ao homem por meio do consumo de carne crua ou insuficientemente cozida (PRADO; CAPUANO, 2006; MELO et al., 2014). Além disso, tanto em ambiente natural quanto em culturas, são hospedeiros de diversos parasitas (EIRAS et al., 2004), que podem causar lesões, alterando as características sensoriais e diminuindo seu valor comercial (GONZÁLEZ et al., 2001).

Os hemiodontídeos (Characiformes: Hemiodontidae) são peixes conhecidos popularmente como piau (LANGEANI-NETO, 1996) relatados na América do Sul, que apresentam importância nas atividades de pesca, aquicultura e aquarofilia (GUIDELLI et al., 2006; MELO; ROPKE, 2004). *Argonectes robertsi* (piau-voador) é um peixe de água doce, que apresenta corpo fusiforme, coloração cinza com uma listra escura na linha lateral e tamanho variando até 40,7 cm, e tem apresentado potencial para exploração comercial no Tocantins (CHICRALA ET AL., 2013).

Os nematódeos do gênero *Spinitectus* sp. (Fourment, 1883) (Habronematoidea: Cystidicolidae) são descritos parasitando o estômago ou o intestino de anfíbios e peixes marinhos e dulcícolas (BOOMKER; PUYLAERT, 1994), e apresentam como principal característica morfológica, anéis transversais com espinhos que vão da extremidade anterior à posterior. No Brasil são relatadas três

espécies: *Spinitectus jamundensis*, (Thatcher; Padilha, 1977), *Spinitectus rodolphiheringi* (Vaz & Pereira, 1934) e *Spinitectus yorkei* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) (MORAVEC, 1998; THATCHER, 1991).

A espécie *S. rodolphiheringi* é caracterizada por uma dupla fileira de espinhos próximas na extremidade anterior, sendo descrita principalmente como parasita de pexies no Alto Rio São Francisco e Reservatório de Três Marias (VIEIRA-MENEZES; COSTA; BRASIL-SATO, 2017; SANTOS, 2007).

As parasitoses geram prejuízos à cadeia produtiva de peixes, e estudos sobre o perfil parasitário desses animais são importantes para auxiliar na construção de adequadas medidas de controle. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo relatar a primeira ocorrência de *S. rodolphiheringi* parasitando o intestino de *Argonectes robertsi*, coletado no Rio Tocantins (Tocantins, Brasil) e descrever os indicadores de infecção. Além disso, determinar a posição taxonômica de *S. rodolphiheringi* por meio de análises filogenéticas do DNA mitocondrial.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Experimentação Animal da Universidade Federal do Tocantins- UFT, Palmas, Tocantins (Brasil) e no Departamento de Medicina Tropical e Parasitologia de Dokkyo Medical University, Mibu, Tochigi (Japão).

### **2.1 Coleta de amostras e estudo parasitológico**

Quinze espécimes de *Argonectes robertsi* (Langeani, 1999) foram coletados no Rio Tocantins, nos municípios de Palmas e Lajeado, Tocantins, Brasil, entre agosto e outubro de 2015. Os animais do município de Palmas foram adquiridos com pescadores locais devidamente cadastrados junto à Superintendência de Pesca do Estado; os animais de Lajeado foram adquiridos mediante pesca com anzol e após coleta, os peixes foram anestesiados por meio de imersão em solução de óleo de cravo da Índia (Eugenol) na concentração de 37,5 % (VIDAL et al., 2007; SIMÕES et al., 2012; CHO; HEAT, 2000), e eutanasiados de acordo com legislação brasileira (CONCEA, 2008). Os peixes foram acondicionados em caixas térmicas, identificados e transportados para o local de processamento. Todos os processos

usados no experimento foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil (23101.002385/2014-11).

Os peixes foram medidos com régua, determinando o comprimento total médio (CT) e comprimento padrão médio (CP), e pesados em balança digital. A superfície corpórea, brânquias e cavidades foram examinadas quanto à presença de ectoparasitas. Posteriormente, foram submetidos à necropsia parasitológica para pesquisa de helmintos e acantocéfalos. As nadadeiras, pele e musculatura foram processadas pela técnica de digestão em pepsina a 0,6% por 4 horas para coleta de larvas e metacercárias (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

Os parasitas foram fixados em solução de formol acético, armazenados em microtubos de polietileno para posterior caracterização morfológica. Em seguida, foram transferidos do fixador para ácido acético 80%, permanecendo por até 30 minutos, para clarificação e observação das formações celulares. Para aqueles que necessitaram da observação das formações quitinizadas, utilizou-se o creosoto de Faya, após o ácido acético, para uma melhor diafanização (TRAVASSOS, 1950). Um parasita foi separado e conservado em etanol a 70<sup>o</sup>GL para extração do material genético.

Os calculados de abundância (AM), intensidade média (IM) e prevalência (P) de infecção foram determinados de acordo com Bush et al., (1997).

## **2.2 Extração, amplificação e sequenciamento de DNA**

O DNA foi obtido utilizando o Kit Purelink Genomic DNA mini kit K1820-02 (Invitrogen, Life Technologies, Carlsbad, CA, USA), seguindo-se as recomendações do fabricante. A amplificação foi realizada usando os pares de *primers* Pr-a (senso) 5'-TGGTTTTTTGTGCATCCTGAGGTTTA-3' e Pr-b (anti-senso) 5'-AGAAAGAACGTAATGAAAATGAGCAA-3', que amplifica a subunidade I da citocromo c oxidase (COI) do DNA mitocondrial (SATO et al., 2001). A reação em cadeia de polimerase (PCR) foi realizada usando o kit GoTaq® Master Mix (Promega®), conforme especificações do fabricante.

Os fragmentos amplificados foram purificados usando o kit Genomic DNA Purification (Promega, Madison, Wiscosin, USA), conforme especificações do fabricante. As sequencias de nucleotídeos foram determinadas usando o Kit

BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing (Thermo Fisher Scientific) e sequenciador automático ABI3730XL sequencer (Applied Biosystems, USA) no Departamento de Medicina Tropical e Parasitologia de Dokkyo Medical University, Mibu, Tochigi, (Japão). Para a amostra Forward de DNA foram utilizadas 8 µl de BigDye™ Terminator 3.1 Ready Reaction Mix, 2 µl (3,2 pmol) Forward primer (3.2 µM), 8 µl de água deionizada e 2 µl de template. Para a amostra Reverse de DNA foram utilizadas 8 µl de BigDye™ Terminator 3.1 Ready Reaction Mix, 2 µl (3,2 pmol) Reverse primer (3.2 µM), 8 µl de água deionizada e 2 µl de template. As amostras foram incubadas 96° C por 1 min durante 25 ciclos de 96°C por 10 s, 50 ° C por 5 s, 60 °C por 4 min.

A análise filogenética foi realizada com as sequências dos seguintes nematoides: duas de *S. rodolphiheringi*, obtidas no presente estudo, três de *Habronema muscae*, duas de *Habronema micróstoma*, uma de *Crassicauda giliakiana* e uma de *Paracamallanus sp.*, que foi utilizada como outgroup. As sequências foram recuperadas do Genbank e alinhadas usando software Mega 7.0.

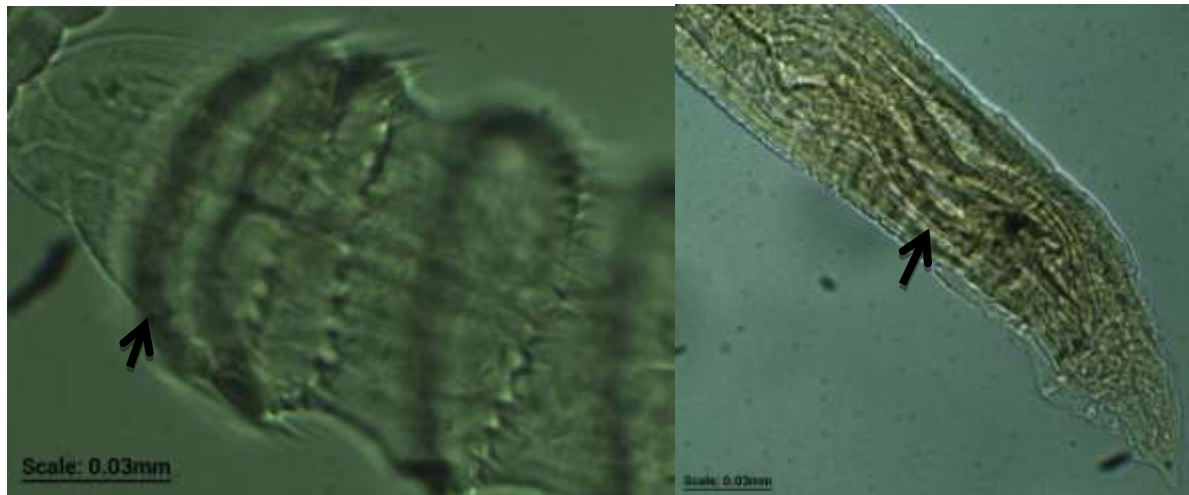
A média de diferença das sequências de nucleotídeos do gene COI foi determinada pela Pairwise Distances e árvore filogenética foi construída usando o método de Neighbor-Joining avaliado pelo teste de bootstrap baseado em 1000 repetições usando o programa Mega 7.0.

### 3 RESULTADOS

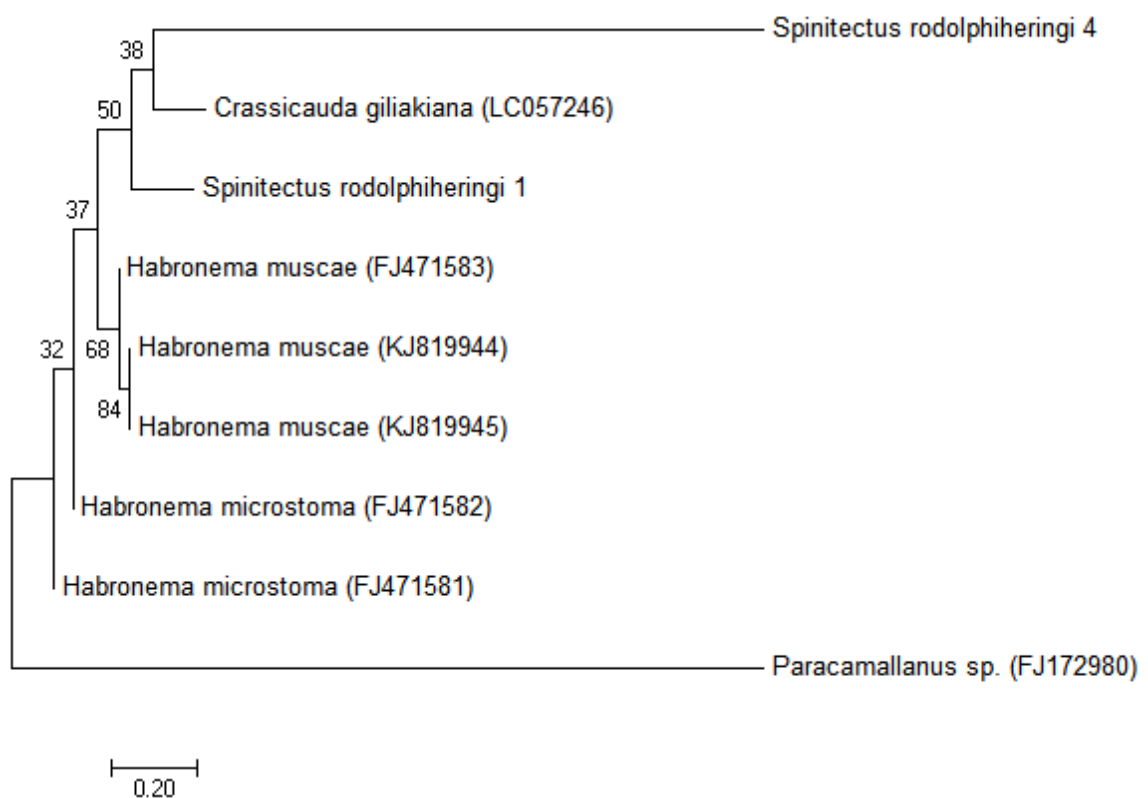
Os peixes apresentaram peso médio de 266,41 ± 101,03 g, com comprimento total médio (CT) e comprimento padrão médio (CP) de 28,5 ± 2,85 cm e 23 ± 2,4 cm, respectivamente.

Nesses animais foi identificado o parasita *S. rodolphiheringi* (Figura 1) com uma prevalência de 7%, abundância média de 1,07 e incidência média de 16. Morfologicamente, *S. rodolphiheringi* apresenta corpo filiforme, o comprimento do corpo variando de 1,86–2,01 mm (machos) a 3,91–4,40 mm (fêmeas) e largura de 0,061–0,124 mm. Foi observada cutícula espessa e anéis transversais com espinhos (0,007–0,019 mm), que vão da região anterior até a posterior, interrompidos medianamente. Apresentam pseudolábios com abertura oral alongada; o vestíbulo medindo de 0,0389–0,0416 mm. Os machos apresentam um par de espículos iguais (0,128 mm). Os ovos observados eram larvados, medindo 0,025–0,039 mm x 0,018–

0,023mm. As sequências do gene COI de *S. rodolphiheringi*, obtida nesse trabalho, foram alinhadas a de outras espécies de nematóides (Figura 2).



**Figura1-** *Spinitectus rodolphiheringi*. (1) extremidade anterior com presença de coroa de espinhos (seta); (2) extremidade posterior do macho (seta: espículo).



**Figura 2 –** Árvore filogenética de *Spinitectus rodolphiheringi*(1 e 4) de *Argonectes robertsi* construída com base no gene COI mitocondrial usando o método de Neighbor-Joining. O valor de Bootstrap (%) referente a 1000 repetições são expressos ao lado dos ramos. As sequências recuperadas do Genbank estão apresentadas pelo nome da espécie e o respectivo número de acesso. A sequência de COI de *Paracamallanus sp.*, é apresentada como outgroup.

## 4 DISCUSSÃO

*Argonectes robertsi* (Characiformes: Hemiodontidae) (LANGEANI-NETO, 1996) é relatado nas bacias dos rios Tocantins, Tapagós e Xingu, afluente do rio Amazonas, sendo comercializado localmente (CHICRALA ET AL., 2013; MOREIRA; SCHOLZ; LUQUE, 2016), entretanto poucos são os estudos referentes à espécie ou seu perfil parasitário, havendo somente descrita uma espécie de monogenético, *Diaphorocleidus altamirensis*, parasitando as branquias do peixe (MOREIRA; SCHOLZ; LUQUE, 2016). Assim, o presente estudo fornece os primeiros dados sobre endoparasitose em *A. robertsi*.

Formas adultas de *S. rodolphiheringi* foram encontradas no intestino do peixe, caracterizando-o como hospedeiro definitivo. Foram observadas baixas taxas de infecção, corroborando com Albuquerque (2009) e Vieira-Menezes, Costa e Brasil-Sato (2017), que registraram prevalência de 1,59% e 2,7% e abundância de 0,02 e 0,03 em *Tetragonopterus chalceus* e *Astyanax fasciatus*, respectivamente. O parasita também foi relatado em *Franciscodoras marmoratus* (SANTOS; BRASIL-SATO, 2004), aumentando assim, o número de hospedeiros conhecidos nas bacias hidrográficas brasileiras e relatando pela primeira vez o parasita em peixes no Rio Tocantins.

Fatores ecológicos podem influenciar o número de parasitas encontrados e, portanto, a diversidade de espécies. Esses fatores incluem a dieta, densidade populacional de hospedeiro, quantidade de hospedeiro, habitat, tamanho corporal do hospedeiro, distribuição e densidade de plantas, temperatura e migração dos hospedeiros (CINTRA et al., 2013). O habitat, bem como a densidade populacional da espécie hospedeira possivelmente influenciaram os baixos valores dos indicadores de infecção, visto que peixes criados em sistema intensivos apresentam uma maior carga parasitária, e os animais neste estudo foram adquiridos de forma extrativista no rio Tocantins.

O ciclo de vida de *S. rodolphiheringi* ainda é desconhecido, entretanto há descrições sobre o ciclo de *S. carolini*, *S. gracilis* e *S. micracanthus*, podendo haver semelhança entre as espécies. A infecção do peixe se dá pela ingestão do hospedeiro intermediário (HI), que consiste em insetos aquáticos infectados com a larva de terceiro estágio (L3)(JILEK; CRITES, 1982; KEPNER, 1975). Durante a

necropsia, foram observados microcrustáceos parcialmente digeridos no estômago de alguns animais, estes podendo ser hospedeiros paratênicos ou até mesmo HI.

Morfologicamente, as principais características relatadas no presente estudo corroboram com as descritas por Moravec (1998), que consistem na extremidade anterior alongada com dupla fileira de espinhos e a presença de espículos longos, que a difere das demais espécies. Segundo Saraiva et. al (2002) a diferença entre L4 e adultos pode ser verificada taxonomicamente pela posição do poro excretor.

De acordo com Moravec, Wolter e Korting (1999), muitas das espécies de *Spinitectus* sp. são semelhantes e, considerando o alto grau de variabilidade intraespecífica das características como o número de espinhos cuticulares por anel ou o comprimento do espículo em algumas espécies, podem ocorrer imprecisões na observação e identificação da espécie. Assim, os estudos de identificação molecular podem ser utilizados para uma maior precisão nos diagnósticos (BHADURY et al., 2006; PORAZINSKA et al., 2009).

O gene COI mitocondrial vem sendo objeto de estudo envolvendo a estrutura populacional, relações filogenéticas e evolução de espécies de metazoa (DERYCKE et al., 2010; AVISE, 1994). Assim, o gene de *S. rodolphiheringi* foi sequenciado para confirmar sua colocação taxonômica, sendo esta a primeira descrição de sequenciamento do gene dentro da família Cystidicolidae.

Considerando as análises filogenéticas dentro da ordem Spirurida, nota-se a formação de dois clados, da superfamília Habronematoidea e Camallanoidea. Os dados demonstraram que *S. rodolphiheringi*, *H. muscae*, *H. microstoma* e *C. giliakiana* apresentam um clado em comum e estão posicionadas taxonomicamente na superfamília Habronematoidea. Além disso, a análise revelou plesiomorfia de 50% entre *S. rodolphiheringi* e *C. giliakiana*, demonstrando que as famílias Cystidicolidae e Tetrameridae possuem um ancestral comum.

A árvore filogenética do presente estudo foi construída a partir do alinhamento com espécies de parasitos contidas na superfamília Habronematoidea, visto que as sequências de parasitos do gênero *Spinitectus* sp. ou da família Cystidicolidae contidas no Genbank são referentes a genes ribossomais e não mitocondrial.

O estudo relata a primeira ocorrência de *S. rodolphiheringi* parasitando o intestino do peixe *A. robertsi*, aumentando assim o número de hospedeiros definitivos conhecidos. A infecção apresentou baixos índices, possivelmente devido a fatores como habitat e densidade populacional dos hospedeiros. As análises filogenéticas

com base no gene COI de *S. rodolphiheringi* confirmou a presença da espécie dentro da superfamília Habronematoidea, revelando uma plesiomorfia com o nematoide *Crassicauda giliakiana* (Família Tetrameridae).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M. C. DE. **Taxonomia e Aspectos Ecológicos da Fauna Parasitária de *Triportheus guentheri* (Garman, 1890) e *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, MG, Brasil**, 126p. Dissertação. UFRRJ. Seropédica, RJ, 2009.
- AVISE, J. Molecular markers, **Natural History and Evolution**, 1994.
- BHADURY, P.; AUSTEN, M. C.; BILTON, D. T.; LAMBSHEAD, P. D. J.; ROGERS, A. D.; SMERDON, G. R. Development and evaluation of a DNA-barcoding approach for the rapid identification of nematodes. **Marine Ecology-Progress Series**, n. 320, p.1–9, 2006.
- BOOMKER, J.; PUYLAER, F.A. Eight new Afrotropical *Spinitectus* spp. (Nematoda: Cystidicolidae) from freshwater fishes with a key to the members of the genus in the Region. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 61, p. 127-142, 1994.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms. Margolis et al. Revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.
- CHO, G.K.; HEATH, D. Comparision of tricaine methanesulphonate (MS222) and clove oil anesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v. 31, p. 537-546, 2000.
- CHICRALA, P. C. M. S; LIMA, L. K. F; MORO, G. V; NEUBERGER, A. L; MARQUES, E. E; FREITAS, I. S. **Catálogo de peixes comerciais do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- CINTRA, I.H.A.; ROCHA, J.C. DA; NAKAYAMA, L.; MARTINS, J.C.; SILVA, K.C.DE. A pesca de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Pará, Brasil. **Acta pesca**, v. 1, n.1, p.1-12, 2013.
- CONCEA, 2013. **Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – Resolução Normativa nº13, 20 de Setembro de 2013**. Disponível em file:///C:/Users/User/Downloads/DIRETRIZES%20DA%20PR%C3%81TICA%20DE%20EUTAN%C3%81SIA%20DO%20CONCEA.pdf. Acesso em 10/10/2015.
- DERYCKE, S.; J.; A.; BACKELJAU, T.; MOENS, T. Exploring the Use of Cytochrome Oxidase c Subunit 1 (COI) for DNA Barcoding of Free-Living Marine Nematodes. **PLoS One**, v. 5, n. 10, 2010.



EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. *Henneguya paranaensis* sp. n. (Myxozoa, Myxobolidae), a parasite of the teleost fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) from the Paraná River, Brazil. **Bull. Eur. Ass. FishPathology**, v. 38, p. 308-311, 2004.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudos e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2. ed. Maringá: EDUEM, 199 p. 2006.

GONZÁLEZ, I. et al. Aspectos higiénico-sanitarios relacionados con la presencia de parásitos en los productos de la pesca. I. Parásitos de interés. **Alimentaria**, n. 321, p. 55-60, 2001.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W.L.G.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 281-290, 2006.

KEPPNER, E. J. Life Cycle of *Spinitectus micracanthus* Christian, 1972 (Nematoda: Rhabdochoniidae) from the Bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque, in Missouri with a Note on *Spinitectus gracilis* Ward and Magath, 1917. **The American Midland Naturalist**, v. 93, n. 2, p. 411-423, 1975.

JILEK, R.; CRITES, J. L. The Life Cycle and Development of *Spinitectus gracilis* (Nematoda: Spirurida). **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 101, n. 1, p. 75-83, 1982.

LANGEANI-NETO, F. **Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (Sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes)**. 175 p. Tese - Faculdade de São Paulo, USP, 1996.

MELO, C.E.; C.P. RÖPKE. Alimentação e Distribuição de Piau (Pisces, Anostomidae) na Planície do Bananal, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 1, p. 51-56, 2004.

MELO, M. V.C.; HOLANDA, M. O.; MARTINS, N.M.; RODRIGUES, R.L. Ocorrência de helmintos em sushis e sashimis comercializados em supermercados de Fortaleza, Ceará. **Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 1, n. 3, 2014.

MORAVEC, F. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region**. Academia, Prague, 1988. 464 p.

MORAVEC, F.; WOLTER, J.; KÖRTING, W. Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. **Folia Parasitologica**, v. 46, p. 296-310, 1999.

MOREIRA; SCHOLZ, T.; LUQUE, J. L. A new species of *Diaphorocleidus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) from the gills of *Argonectes robertsi* (Characiformes) and new records of dactylogyrids parasitic on fishes from the Xingu River, Amazon Basin, Brazil. **Zoologia**, n. 33, v. 4, 2016.

PORAZINSKA, D.L.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; FALLER, L.; FARMERIE, W.; KANZAKI, N.; MORRIS, K.; POWERS, T.O.; TUCKER, A. E.; SUNG, W. Evaluating high-throughput sequencing as a method for metagenomic analysis of nematode diversity. **Molecular Ecology Resources**, n. 9, p. 1439–1450, 2009.

PRADO, S. P.T.; CAPUANO, D.M.. Relato de nematóides da família Anisakidae em bacalhau comercializado em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 6, p. 580-581, 2006.

SANTOS, M. D.; BRASIL-SATO, M. C. Parasitos metazoários de (Reinhardt, 1874), “serrudo” (Siluriformes: Doradidae) do rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 1, 18-22, 2004.

SANTOS, M. D. **Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 186p. Tese (Doutorado) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

SARAVIVA, A.; MORAVEC, F.; PEREIRA, A.; CRUZ, C. Development of *Spinitectus inermis* (Nematoda: Cystidicolidae), a parasite of eel, *Anguilla anguilla*, in Europe. **Folia Parasitologica**, v. 49, p. 118-126, 2002.

SATO, K.; SUGITA, T.; KOBAYASHI, K.; FUJITA, K.; FUJII, T.; MATSUMOTO, Y.; MIKAMI, T.; NISHIZUKA, N.; NISHIZUKA, S.; SHOJIMA, K.; SUDA, M.; TAKAHASHI, G.; HIMENO, H.; MUTO, A.; ISHIDA, S. Localization of mitochondrial ribosomal RNA on the chromatoid bodies of marine planarian polyclad embryos. **Development Growth Differ**, v. 43, p. 107–114, 2001.

SIMÕES, L.N.; GOMIDE, A.T.M.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; VAL, A.L.; GOMES, L.C. O uso do óleo de cravo como anestésico em juvenis avançados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 175-181, 2012.

THATCHER, V. E. Amazon fish parasites. **Amazoniana**, v. 11, p. 263-571, 1991.

TRAVASSOS, L. **Introdução ao estudo da helmintologia**. Rio de Janeiro: Edição da Revista Brasileira de Biologia, 1950, 169p.

VIEIRA-MENEZES, F. G.; COSTA, D. P. C.; BRASIL-SATO, M. C. Nematodes of *Astyanax fasciatus* (Actinopterygii: Characidae) and their parasitic indices in the São Francisco river, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 06, 2017.

VIDAL, L.V.O.; FURUYA, W.M.; GRACIANO, T.S.; SCHAMBER, C.R.; SANTOS, L.D.; SOARES, C.M. Concentrações de Eugenol para Concentrações de Eugenol para de Eugenol para anestesia profunda e toxicidade anestesia profunda e toxicidade aguda em juvenis de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 357-362, 2007.

**CAPÍTULO IV - Ocorrência de *Procamallanus inopinatus* e  
*Neoechinorhynchus* sp. parasitando o intestino de *Hemiodus unimaculatus***

**Ocorrência de *Procamallanus inopinatus* e *Neoechinorhynchus* sp.  
parasitando o intestino de *Hemiodus unimaculatus***

**RESUMO**

A exploração dos cardumes de sardinha tem ocasionado um declínio nos estoques naturais do pescado, e devido sua importância para a economia, busca-se espécies nativas de peixes como alternativas para a indústria dos enlatados. Espécies ainda não exploradas no sistema de cultivo, como a sardinha de água doce, *Hemiodus unimaculatus*, tem apresentado potencial de utilização. Entretanto, os peixes são susceptíveis a infecções parasitárias que poderão gerar prejuízos à cadeia produtiva, assim, faz-se necessário conhecer o perfil parasitário desses animais, bem como a epidemiologia das doenças. O presente estudo é o primeiro relato da ocorrência dos parasitas *Procamallanus inopinatus* e *Neoechinorhynchus* sp. no intestino de *Hemiodus unimaculatus*. Os peixes, coletados no rio Tocantins, foram identificados e submetidos à necropsia parasitológica e destes, 66,7% apresentaram infecção. *P. inopinatus* foi classificado de acordo com as características morfológicas da cápsula bucal, quantidade de espirais capsulares, forma da cauda e tamanho dos espículos. A infecção apresentou prevalência de 44,4%, abundância de 1,22 e intensidade de 2,75. Um parasita do gênero *Neoechinorhynchus* sp. foi identificado por meio do formato da probóscide e a distribuição dos seus ganchos, com prevalência de 11,1%, abundância de 0,11 e intensidade de infecção de 1. Apesar dos baixos indicadores de infecção, o acantocéfaló vem sendo registrado como causador de lesões significativas nos animais hospedeiros.

**Palavras-chave:** Camallanidae; Hemiodontidae; Neoechinorhynchidae; piauí.

**Occurrence of *Procamallanus inopinatus* and *Neoechinorhynchus* sp.  
parasiting the intestine of *Hemiodus unimaculatus***

**ABSTRACT**

The exploitation of sardine shoals has led to decline in the fish natural stocks and, because of their economy importance, native fish species are sought alternatives to

the fish canning industry. Fish Species not exploited in the cultivation system, such as freshwater sardines, *Hemiodus unimaculatus*, have potential for use. However, fish are susceptible to parasitic infections that may cause damage to the production chain, so it is necessary to know the animals parasitic profile, as well as the diseases epidemiology. This study is the first report of the occurrence of *Procamallanus inopinatus* and *Neoechinorhynchus sp.* in the intestine of *H. unimaculatus*. The fish were collected in the Tocantins River, identified and submitted to parasitological necropsy, of which 66.7% presented infection. *P. inopinatus* was classified according to the morphological characteristics of the buccal capsule, number of spiral thickenings in buccal capsule, tail shape and size of the spicules. The infection presented prevalence of 44.4%, abundance of 1.22 and mean intensity of 2.75. Only one specimen of the genus *Neoechinorhynchus sp.* was identified by the proboscis format and hooks distribution. The prevalence was 11.1%, abundance was 0.11 and mean intensity of infection was 1, presenting low infection indicators

**Key words:** Camallanidae; Hemiodontidae; Neoechinorhynchidae; piau.

## 1 INTRODUÇÃO

Os peixes são importantes fontes de proteínas para dieta do homem, sendo notável o aumento na média de consumo per capita nas últimas décadas, que passou de 9,9 kg em 1960 para 20 kg em 2014/2015 (FAO, 2016). Segundo a FAO (2016), a produção brasileira de pescados atingiu 561,8 mil toneladas em 2014, e estima-se que, a produção terá um crescimento de 104% até 2025. Os dados demonstram que cerca de 105 mil toneladas no Brasil, no ano de 2010, correspondem a pesca extrativa das espécies de sardinha, tais como: sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), lage (*Opisthonema oglinum*) e boca torta (*Cetengraulis edentatus*), (MPA, 2011).

Nas últimas décadas, em decorrência da exploração da sardinha, tem-se registrado um declínio nos estoques naturais do pescado, e por esse motivo foi instituído o período de defeso, período em que a pesca é proibida devido à época de reprodução e/ou maior crescimento da espécie (CERGOLA; DIAS NETO, 2011).

Devido à incerteza quanto ao montante da captura de sardinha e da importância da mesma para a economia nacional, a busca por alternativas na

psicultura vem sendo objeto de estudo (SANTOS et al., 2013). Espécies ainda não exploradas no sistema de cultivo, como a sardinha de água doce (*Hemiodus unimaculatus*) tem apresentado potencial de utilização na indústria dos enlatados (SOUSA; CHICRALA; SANTOS, 2014).

A espécie, *H. unimaculatus* (Characiformes: Hemiodontidae) (LANGEANINETO, 1996; SILVA et al., 2008), também conhecida como piau uma-pinta, piau voador e jatuarana escama-grossa, é um peixe de hábito alimentar onívoro encontrado nas margens de rios represados nas bacias dos rios Amazonas, Tocantins e Araguaia (CINTRA et al., 2013; BELTRÃO; ZUANON, 2012). São animais pequenos, com tamanho variando de 2,8 cm a 35,5 cm, e cuja fase de reprodução ocorre entre os meses de setembro a junho (CHICRALA et al., 2013). Apresentam corpo alongado (fusiforme) justificando a sua alometria negativa, o que está relacionado à sua capacidade de promover longos saltos fora d'água (TRINDADE, 2012).

A cultura de *H. unimaculatus* tornou-se uma alternativa devido a apreciação da carne pelo comércio local, seu rápido crescimento e facilidade de alimentação em cativeiro, além da possibilidade de produção em sistemas consorciados com outras espécies (ARROLHO et al., 2011; CHICRALA et al., 2013).

Os peixes, entretanto, são susceptíveis a várias infecções parasitárias (LAETSCH et al., 2012; MARTINS et al., 2009; SILVA et al., 2011; GONZÁLEZ et al., 2001), que poderão causar lesões e diminuir o valor comercial do pescado. Aqueles de ambiente natural apresentam uma fauna parasitária característica, muitas vezes sem manifestação patogênica, que pode ser aparente em condição de mudanças significativas do seu habitat (TAKEMOTO et al., 2005).

Em sistemas intensivos, a presença de parasitas poderá gerar grandes prejuízos, principalmente em infecções maciças. A medida mais relevante para realizar o controle e prevenir a doença em criatório é o manejo sanitário adequado, para isso faz-se necessário conhecer o perfil parasitário dos animais (TAKEMOTO et al., 2005).

No que se refere aos parasitas de *H. unimaculatus*, há somente uma descrição quanto a presença do mixosporídeo *Henneguya* sp. nas brânquias (SILVA-JUNIOR, 2014). Nesse sentido, devido ao potencial produtivo para a indústria de enlatados e a escassez de estudos sobre o perfil parasitário do peixe, objetivou-se descrever a presença do nematódeo *Procamallanus inopinatus* e do

acantocéfalo *Neoechinorhynchus* sp. no intestino de *H. unimaculatus*, coletado no Rio Tocantins (Tocantins, Brasil) e determinar os índices de infecção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Experimentação Animal da Universidade Federal do Tocantins- UFT, Palmas, Tocantins (Brasil) e no Departamento de Medicina Tropical e Parasitologia de Dokkyo Medical University, Mibu, Tochigi (Japão).

### 2.1 Coleta de amostras e estudo parasitológico

Nove espécimes de *H. unimaculatus* foram coletados no Rio Tocantins, no município de Palmas (Tocantins, Brasil) entre agosto e outubro de 2015. Os animais foram adquiridos com pescadores locais, acondicionados em caixas térmicas e enviados ao local de processamento. Todos os processos usados no experimento foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil (23101.002385/2014-11).

Em seguida, foram medidos, pesados em balança digital e identificados quanto à morfologia, segundo o manual da EMBRAPA (2013). Os peixes foram medidos com régua, determinando comprimento total médio (CT) e comprimento padrão médio (CP), e pesados em balança digital. A superfície corpórea, brânquias e cavidades foram examinadas quanto à presença de ectoparasitas. Posteriormente, foram submetidos à necropsia parasitológica para pesquisa de helmintos e acantocéfalos. As nadadeiras, pele e musculatura foram processadas pela técnica de digestão em pepsina a 0,6% por 4 horas para coleta de larvas e metacercárias (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

Os parasitos foram fixados em solução de formol acético (v:v) até o momento da caracterização morfológica. Para clarificação e observação das estruturas dos helmintos foi utilizado ácido acético 80% (30 minutos). Para visualização das estruturas do espécime de *Neoechinorhynchus* sp., foi utilizado creosoto de Faya (15 minutos). A identificação de *P. inopinatus* foi realizada de acordo com Moravec e

Van As (2015) e Pinto et al., (1974) e *Neoechinorhynchus* sp de acordo com Brasil-Sato e Pavanelli (1998).

Os cálculos de abundância (AM), intensidade média (IM) e prevalência (P) de infecção foram determinados de acordo com Bush et al., (1997).

### 3 RESULTADOS

O peso médio de *H. unimaculatus* foi  $139,70 \pm 42,34$  g. O comprimento total médio (CT) e comprimento padrão médio (CP) foram de  $21,94 \pm 1,85$  cm e  $17,78 \pm 1,75$  cm, respectivamente.

Foram registrados seis peixes infectados por pelo menos um parasito, o que corresponde a uma prevalência de 66,67% (6/9) do total. Na fauna parasitária de *H. unimaculatus* foram encontrados o nematoide, *P. inopinatus* e um acantocéfalo do gênero *Neoechinorhynchus* sp., o qual não foi possível identificar a espécie devido a falta de exemplares. *P. inopinatus* apresentou P de 44,4%, AM de 1,22 e IM de 2,75. *Neoechinorhynchus* sp. apresentou P de 11,1%, AM de 0,11 e IM de 1 (Tabela 1).

**Tabela 1** –Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de parasitos identificados em *H. unimaculatus*, coletados no Rio Tocantins (Tocantins, Brasil), 2015.

Espécie de peixes	Espécie de parasito	Local de parasitismo	N	P(%)	AM	IM
	Nematoda					
<i>H. unimaculatus</i> a= 09	<i>Procamallanus inopinatus</i>	Intestino	11	44,4	1,22	2,75
	Acantocephala					
	<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	Intestino	1	11,1	0,11	1

N- Número de parasitos; a: amostra de peixes.

Morfologicamente, *P. inopinatus* (Figura 1) apresenta corpo filiforme, com cápsula bucal evidente contendo estrias em espiral (16-22). O esôfago apresentando duas porções, uma muscular e outra glandular, sendo a segunda quase o dobro da primeira. A extremidade posterior é caracterizada com uma cauda cônica. Os



machos apresentam um par de espículos curtos. As fêmeas são vivíparas. A tabela 2 apresenta os dados de mensuração das estruturas morfológicas do nematoide.

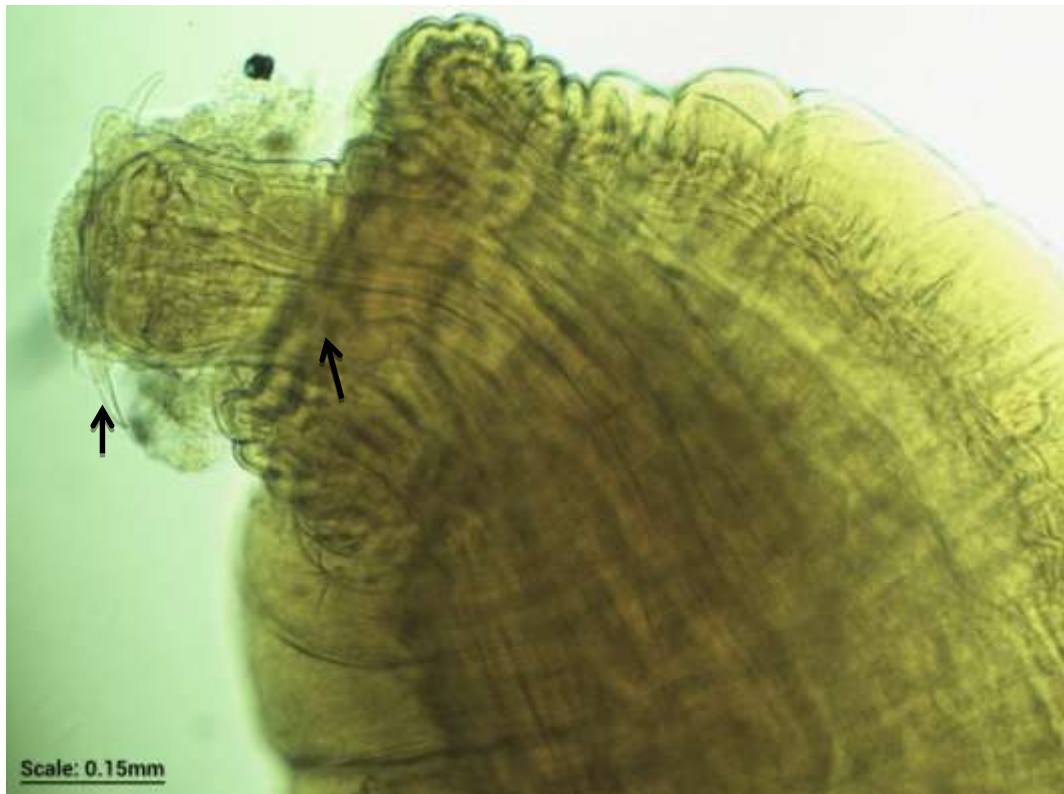
O espécime *Neoechinorhynchus* sp. (Figura 2) apresenta corpo alongado e cilíndrico com 1,85 cm de comprimento, probóscide curta (0,201 mm de largura x 0,235 mm de comprimento) armada com uma fileira de ganchos maiores (0,085mm) na extremidade e duas fileiras de ganchos menores (0,0298mm). Não foram visualizadas estruturas reprodutivas para determinar o sexo.

**Tabela 2** – Medida (média em mm) das estruturas morfológicas de machos e fêmeas de *Procamallanus inopinatus*, presente no intestino de *Hemiodus unimaculatus* coletados no rio Tocantins.

Parâmetros	Macho	Fêmea
Comprimento do corpo	3,131	9,500
Largura do corpo	0,160	0,256
Esôfago muscular (comprimento x largura)	0,301 x 0,063	0,445 x 0,090
Esôfago glandular (comprimento x largura)	0,485 x 0,065	0,763 x 0,074
Largura da cápsula bucal	0,063	0,078
Comprimento da cápsula bucal	0,070	0,088
Anel basal	0,041	0,054
Espículos	0,065	



**Figura 1-** *Procamallanus inopinatus*: (1) extremidade anterior com presença de capsula bucal com espirais características do subgênero. Presença de anel basal na cápsula (seta); (2) extremidade posterior da fêmea com formato cônico.



**Figura 2-** *Neoechinorhynchus* sp. Extremidade anterior com probóscita evaginada evidenciando os acúleos (setas) do acantocéfalo.

#### 4 DISCUSSÃO

*Hemiodus unimaculatus* (Characiformes: Hemiodontidae) (LANGEANI-NETO, 1996) é relatado em ambientes represados, como o lago da hidrelétrica de Samuel em Rondônia (SANTOS, 1996), reservatórios de Tucuruí-PA (MERÓNA; SANTOS; ALMEIDA, 2001; CINTRA, 2013), hidrelétrica de Coaracy Nunes no rio Araguari (SILVA-JUNIOR, 2014) e no rio Tocantins (CHICRALA ET AL., 2013), corroborando com os achados do presente estudo, que verificou a presença do animal no lago de Palmas (Tocantins, Brasil).

O presente estudo relata a primeira ocorrência do nematoide *P. inopinatus* e do acantocéfalo *Neoechinorhynchus* sp. no intestino de *H. unimaculatus* coletado no rio Tocantins.

*Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Nematoda: Camallanidae) é relatado parasitando diversas espécies de peixes de água doce (MORAVEC, 1998, PAVANELLI, et al., 2004; EIRAS et al., 2010; AZEVEDO; MADI; UETA, 2007). A

presença das formas adultas do nematoide em *H. unimacullatus*, aumenta o número de hospedeiros conhecidos.

As taxas de infecção de *P. inopinatus* foram maiores em *H. unimacullatus* do que em *Leporinus sp.*, que apresentou prevalência de 5,49%, abundância média de 0,05 e intensidade de 1 (VICENTIN, 2010). Tal diferença entre os dois peixes pode ser atribuída ao meio ambiente e à possibilidade desses hospedeiros encontrarem as fases infectantes do parasita. Além do habitat facilitar a transmissão de parasitas de peixes (COSTA-PEREIRA et al., 2014; BITTENCOURT et al., 2014; OLIVEIRA; GONÇALVES; TAVARES-DIAS, 2016), a abundância e a diversidade da fauna de invertebrados também são fatores importantes no estabelecimento da comunidade parasitária (MOREIRA et al., 2009; MORLEY, 2012; TAVARES-DIAS et al., 2015).

Outro fator que poderá influenciar a abundância de parasitas é a dispersão da vegetação aquática, que serve como abrigo e alimentação para muitas espécies de peixes (MOREIRA et al., 2009; MORLEY, 2012), o que aumenta a possibilidade de encontrar estágios infecciosos do parasita, podendo ampliar a quantidade de hospedeiro para aqueles que não apresentam especificidade parasitária.

O gênero *Procamallanus* sp. (Nematoda: Camallanidae), descrito por Baylis em 1923, possui um grande número de espécies que parasitam peixes de água doce, possuindo como principais características de identificação a morfologia da cápsula bucal e os espículos (PINTO; NORONHA, 1976; PINTO et al., 1975; PINTO et al., 1974; MORAVEC; VAN AS., 2015). Há dois subgêneros, *Procamallanus* (Baylis 1923) e *Spirocamallanus* (Olsen 1952), o primeiro caracterizado por apresentar cápsula bucal lisa e o segundo, cápsula bucal com estrias (YAMANDA; TAKEMOTO, 2013).

O número de espirais presentes na cápsula bucal de *P. inopinatus* é bastante discutido (MORAVEC et al., 1997). Vários autores reportam diferentes números de espirais para esta espécie: Moravec et al., (1997) registrou 13 a 16 para machos e 16 a 22 para fêmeas, Rodrigues et al., (1991) descreveram de 15 a 19, Moravec et al., (1993) de 8 a 17, Moreira et al., (1994) de 12 a 16. Essas variações intraespecíficas nas características morfológicas podem ocasionar erros na identificação da espécie.

Um acantocéfalo jovem de *Neoechinorhynchus sp.* também foi identificado parasitando o intestino de *H. unimaculatus*. Não foi possível realizar a classificação da espécie com base nas chaves encontradas, em decorrência da quantidade de

exemplares recuperados. A infecção por parasitas do gênero *Neoechinorhynchus* sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) ocorre em peixes e tartarugas, sendo amplamente distribuído pelo mundo, entretanto ainda são poucos os relatos da parasitose na América do Sul (MELO et al., 2015). No Brasil, são descritos sete espécies do gênero em 14 espécies de peixes, provenientes de água doce ou salobra (SANTOS et al., 2008; MELO et al., 2015). Segundo Santos et al. (2013), essa variedade de hospedeiros contribui para uma maior disseminação dos parasitos em ambientes aquáticos.

O gênero é caracterizado pela presença de uma probóscide com três fileiras de ganchos, sendo que os ganchos do primeiro círculo são maiores e enraizados, tronco cilíndrico com paredes espessas e dimorfismo sexual (AMIN; ABDULLAH; MHAISEN, 2003). A hipoderme apresenta núcleos ovais e o gânglio do sistema nervoso central localiza-se na base da probóscide (MOUSAVI-SABET; SATTARI, 2013). A probóscide auxilia no processo de fixação do parasita à mucosa intestinal, podendo desencadear reações inflamatórias e formação de nódulos (SZALAI; DICK, 1987; MARTINS et al., 2001).

Estudos recentes têm demonstrado que infecções por parasitas do gênero *Neoechinorhynchus* sp. causam lesões graves de acordo com o grau de penetração, podendo evoluir para perfuração da mucosa intestinal (RAINA; KOUL, 1984) e conseqüentemente, morte do animal. No presente estudo, não foi observado perfuração ou lesão macroscópica inflamatória, possivelmente devido à baixa intensidade da infecção (IM igual a 1). Martins et al., (2001) verificaram lesões significativas em curimatá quando a prevalência e intensidade de *Neoechinorhynchus curemai* foram de 83,3% e 66,5, respectivamente.

Segundo Brasil-Sato e Pavanelli (1999) e Santos et al., (2013), esses parasitas adultos conseguem regular sua própria densidade populacional por meio de uma competição intraespecífica pelo espaço no hospedeiro definitivo. Malta et al., (2001) verificou que as formas adultas de *Neoechinorhynchus buttnerae* organizam-se em grupos de 11 a 19 espécimes na seção circular do intestino, possivelmente como uma estratégia para sobreviver às altas infecções.

. O presente estudo é primeiro relato de comunidade parasitária intestinal de *H. unimaculatus*. Foram identificados o nematódeo *P. inopinatus*, que apresentou altas taxas de infecção, e o acantocéfalo *Neoechinorhynchus* sp., sendo este causador de grandes prejuízos aos sistemas de criação de peixes em

cativério. Novos estudos são importantes, visto que o conhecimento epidemiológico das parasitoses e a avaliação da relação parasita e hospedeiro são fundamentais para estabelecer um sistema de controle sanitário efetivo, principalmente de animais com potencial produtivo como a espécie hospedeira estudada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIN, O. M.; ABDULLAH, S. M. A.; MHAISEN, F. T. *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *zabensis* sp. n. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) from freshwater fish in northern Iraq. **Folia Parasitologica**, v. 50, p. 293–297, 2003.
- ARROLHO, S. A; ROSA, R. D; BILCE, J. M; CARVALHO, R. S. **A situação da cadeia produtiva da piscicultura na região norte do Mato Grosso**. Caderno de Resumos do CEREX - Congresso Regional de Extensão Universitária. Brasília: UNB, 2011, p. 149.
- AZEVEDO, G. B.; MADI, R. R.; UETA, M. T. Metazoans parasites of *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) at Rio das Pedras Farm, Campinas, SP, Brazil. **Bioikos**, v. 21, n. 2, p.89-96, 2007.
- BELTRÃO, H.; ZUANON, J. *Hemiodus langeanii* (Characiformes: Hemiodontidae), a new species from rio Amana, rio Maués-Açú drainage, Amazon basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 2, p. 255-262, 2012.
- BITTENCOURT, L. S.; PINHEIRO, D. A.; CÁRDENAS, M. Q.; FERNANDES, B. M .M.; TAVARES-DIAS, M. Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 1, p. 44-54, 2014.
- BRASIL-SATO, M. C. DE; PAVANELLI, G. C. *Neoechinorhynchus pimelodi* sp.n. (Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae) parasitizing *Pimelodus maculatus* Lacépède, "Mandi-Amarelo" (Siluroidei, Pimelodidae) from the basin of the São Francisco River, Três Marias, Minas Gerais, Brazil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 1003 - 1011, 1998.
- BRASIL-SATO, M. C.; PAVANELLI, G. C. Ecological and reproductive aspects of *Neoechinorhynchuspimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) of *Pimelodusmaculatus* Lacepede (Siluroidei: Pimelodidae) of the São Francisco River, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 73-82, 1999.
- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms. Margolis et al. Revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.
- CERGOLA, M. C; DIAS NETO, J. **Plano de Gestão para o Uso Sustentável da Sardinha-verdadeira do Brasil**. In: CERGOLA, M, C; DIAS NETO, J. (Orgs). Série Plano de Gestão dos Recursos Pesqueiros. Brasília: Ibama, 2011, 180 p.

CHICRALA, P. C. M. S; LIMA, L. K. F; MORO, G. V; NEUBERGER, A. L; MARQUES, E. E; FREITAS, I. S. **Catálogo de peixes comerciais do lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

CINTRA, I.H.A.; ROCHA, J.C. DA; NAKAYAMA, L.; MARTINS, J.C.; SILVA, K.C.DE. A pesca de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Pará, Brasil. **Acta pesca**, v. 1, n.1, p.1-12, 2013.

COSTA-PEREIRA R.; PAIVA F.; TAVARES, L. E. R. Variation in the parasite community of the sardine fish *Triportheus nematurus* (Actinopterygii: Characidae) from the Medalha lagoon in the Pantanal wetland, Brazil. **Journal Helminthology**, v. 88, n. 3, p. 272-277, 2014.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudos e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2 ed. Maringá: EDUEM, 2006. 199p.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2016.

GONZÁLEZ, I. et al. Aspectos higiénico-sanitarios relacionados con la presencia de parásitos en los productos de la pesca. I. Parásitos de interés. **Alimentaria**, v. 321, p. 55-60, 2001.

HOLTERMANM, VAN DERWURFF A.; VAN DEN ELSSEN S.; VAN MEGEN H.; BONGERS T.; HOLOVACHOV O.; BAKKER J.; HELDER J. Phylum-wide analysis of SSU rDNA reveals deep phylogenetic relationships among nematodes and accelerated evolution toward crown clades. **Molecular Biology and Evolution**, v. 23, p.1792–1800, 2006.

LAETSCH, D. R.; HEITLINGER, E. G.; TARASCHEWSKI, H.; NADLER, S.; BLAXTER, M. The phylogenetics of Anguillicolidae (Nematoda: Anguillicolioidea), swimbladder parasites of eels. **BMC Evolutionary Biology**, v. 12, p. 60–63, 2012.

LANGEANI-NETO, F. *Argonectes robertsi* n. sp, a new Bivibranchiinae (Pisces, Characiformes, Hemiodontidae) from the Rivers Tapajós, Xingu, Tocantins and Capim, Amazon River drainage. **Naturalia**, n. 23, p. 171-183, 1998.

MALTA, J, C. de O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S.M. S.de; VARELLA, A. M. B. Infestações maciças por Acanthocefalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em Tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31, n.1, p.133-143, 2001.

MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. de; FUJIMOTO, R. Y.; ONAKA, E. M.; QUINTANA, C. I. F. Prevalence and histopathology of *Neoechinorhynchus Curemai* Noronha,

1973 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) in *Prochilodus Lineatus* Valenciennes, 1836 from Volta Grande Reservoir, Mg, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v.61, n. 3, 2001.

MARTINS, M. L.; PEREIRA JR. J.; CHAMBRIER, A. DE; YAMASHITA, M. M. Proteocephalid cestode infection in alien fish, Cichlapiquiti Kullander and Ferreira, 2006 (Osteichthyes: Cichlidae), from Volta Grande reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p.189-195, 2009.

MELO, F.T.; COSTA, P.A.; GIESE, E.G.; GARDNER, S.L.; SANTOS, J.N. A description of *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi* n. sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) from the intestine of the silver croaker fish *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes: Sciaenidae) off the east coast of Brazil. **Journal Helminthology**, v. 89, n.1, p. 34-41, 2015.

MÉRONA, B.; SANTOS, G. M. & ALMEIDA, R. G. Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. **Environmental Biology of Fishes**, v. 60, p. 75-392, 2001.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília: MPA, 2011.

MORAVEC, F. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region. Prague: Institute of Parasitology**, Academy of Sciences of the Czech Republic; 1998.

MORAVEC, F., SEY, O. Nematodes of freshwater fishes from North Vietnam. Part 1. Camallanoidea and Habronematoidea. **Acta Societatis Zoologicae Bohemicae**, v. 52, p. 128 –148, 1988.

MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDE, B.M.M. Nematode parasites of fishes of the Paraná river, Brazil. Parte 3. Camallanoidea and Dracunculoidea. **Folia Parasitologica**, v. 40, p. 211-229, 1993.

MORAVEC, F.; PROUZA, A.; ROVERO, R. Some nematode of freshwater fishes in Venezuela. **Folia Parasitologica**, v. 44, p. 3-47, 1997.

MORAVEC, F.; VAN AS, L. L. *Procamallanus (Spirocamallanus)* spp. (Nematoda: Camallanidae) from fishes of the Okavango River, Botswana, including *P. (S.) serranochromis* n. sp. parasitic in *Serranochromis* spp. (Cichlidae). **Systematic Parasitology**, v. 90, p.151–164, 2015.

MOREIRA, N.I.B.; OLIVEIRA, C.L.; COSTA, H.M.A. *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) e *Spirocamallanus saofranciscensis* sp. n. (Nematoda, Camallanidae) em peixes da Represa de Três Marias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 46, p. 485-500, 1994.

MOREIRA, L. H. A.; TAKEMOTO, R. M.; YAMADA, F. H.; CESCHINI, T. L.; PAVANELLI, G. C. Ecological aspects of metazoan endoparasites of *Metynnis*

lippincottianus (Cope, 1870) (Characidae) from upper Paraná River floodplain, Brazil. **Helminthologia**, v. 46, n. 4, p. 214-219, 2009.

MORLEY, N. J. Cercariae (Platyhelminthes: Trematoda) as neglected components of zooplankton communities in freshwater habitats. **Hydrobiologia**, v. 691, n. 1, p. 7-19, 2016.

MOUSAVI-SABET, H.; SATTARI, M. First report of *Neoechinorhynchus rutili* in *Cobitis faridpaki* (Cobitidae) from the southern Caspian Sea Basin. **Croatian Journal of Fisheries**, v. 71, p. 170-175, 2013.

OLIVEIRA, M. S. B.; GONÇALVES, R. A.; TAVARES-DIAS, M. Community of parasites in *Triporthus curtus* and *Triporthus angulatus* (Characidae) from a tributary of the Amazon River system (Brazil). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 51, n. 1, p. 29-36, 2016.

PAVANELLI, G.C.; J.C. EIRAS; R.M. TAKEMOTO. **Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: UEM, 2002. 305p.

PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R. M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M. A. P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. **The Upper Paraná River and Its Floodplain: Physical Aspects, Ecology and Conservation**. Netherlands: Backhuys Publishers; p. 309-329, 2004.

PINTO, R. M.; FABIO, S. P.; NORONHA, D.; TAYT-SON ROLAS, F. J. *Procamallanus* Brasileiros –Parte I (Nematoda, Camallanoidea). **Memorial Instituto Oswaldo Cruz**, n. 72, v. 3/4, 1974.

PINTO, R. M.; FABIO, S. P.; NORONHA, D.; TAYT-SON ROLAS, F. J. Novas contribuições ao conhecimento do gênero *Procamallanus* (Nematoda, Camallanoidea). **Memorial Instituto Oswaldo Cruz**, n. 73, v. 3, 1975.

PINTO, R. M.; FABIO, S. P.; NORONHA, D.; TAYT-SON ROLAS, F. J. Novas Considerações morfológicas e sistêmicas sobre *Procamallanus* Brasileiros (Nematoda, Camallanoidea). **Memorial Instituto Oswaldo Cruz**, n. 74, v. 1, 1976.

RAINA, M. K.; KOUL, P. L. The histopathology of *Neoechinorhynchus hutchinsoni* Datta, 1936 (Neocanthocephala): *Neoechinorhynchidae* infection in *Nemacheilus kashmirensis* Hora. **Journal Helminthology**, v. 58, n. 2, p. 165-8, 1984.

RODRIGUES, H.O.; PINTO, R.M.; NORONHA, D. Key to the species of Brazilian *Procamallanus* with general considerations (Nematoda, Camallanoidea). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, p. 107-113, 1991.

SANTOS, G. M. Impactos da hidrelétrica Samuel sobre as comunidades de peixes do rio Jamari (Rondônia, Brasil). **Acta Amazonica**, n. 25, v. 3/4, p. 247–280, 1996.

SANTOS, C. P.; GIBSON, D. I.; TAVARES, L. E. R.; LUQUE, J. L. Checklist of Acanthocephala associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**, p. 1-22, 2008.



SANTOS, C.P.; MACHADO, P.M.; SANTOS, E.G.N. Acanthocephala. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R.M.; EIRAS, J.C. **Parasitologia. Peixes de Água Doce**. Maringá: Eduem, p.353-370, 2013.

SATO, K.; SUGITA, T.; KOBAYASHI, K.; FUJITA, K.; FUJII, T.; MATSUMOTO, Y.; MIKAMI, T.; NISHIZUKA, N.; NISHIZUKA, S.; SHOJIMA, K.; SUDA, M.; TAKAHASHI, G.; HIMENO, H.; MUTO, A.; ISHIDA, S. Localization of mitochondrial ribosomal RNA on the chromatoid bodies of marine planarian polyclad embryos. **Development Growth Differentiation**, v. 43, p. 107–114, 2001.

SILVA, C. C. DA; FERREIRA, E. J. G; DEUS, C. P. “Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil”. *Iheringia. Sér. Zool.* v.98, n.4, p. 34-48,2008.

SZALAI, A. J.; DICK, T. A. Intestinal pathology and site specificity of the scanthocephalan *Neoechinorhynchus carpiodi* Dechtiar, 1968, in Quillback, *Carpionodes cyprinus* (Lesueur). **The Journal of Parasitology**, v. 73, n. 3, p. 467-475, 1987.

SILVA, A. M. O. DA; TAVARES-DIAS, M.; FERNANDES, J. DOS S. Helminthes parasitizing *Semaprochilodus insignis* Jardine, 1841 (Osteichthyes: Prochilodontidae) from the central Amazonia (Brazil), and their relationship with the host. **Neotropical Helminthology**, v. 5, n. 2, p. 225-233, 2011.

SILVA JÚNIOR, A. C. S. Estudo morfológico de myxosporídio em *Hemiodus unimaculatus* Bloch, 1794 (Characiformes: Hemiodontidae) oriundos do Município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 1, p. 9-14, 2014.

SOUSA, D. N. DE; CHICRALA, P. C. M. S.; SANTOS, V. R. V. DOS. Prospecção de espécies nativas de peixes como alternativas à indústria conserveira de pescado. 2014. Disponível em:  
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1008398/1/CNPASA2014dns2.pdf> Acesso: 14/out/2017.

TAKEMOTO, RM., PAVANELLI, GC., LIZAMA, MAP., LUQUE, JL. and POULIN, R. Host density as a major determinant of endoparasite species richness in fishes of floodplain of the upper Parana River, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 79, n. 1, p. 75-84, 2005.

TAVARES-DIAS, M.; DIAS-JÚNIOR, M. B. F.; FLORENTINO, A. C.; SILVA, L. M.; CUNHA, A. C. Distribution pattern of crustacean ectoparasites of freshwater fish from Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, n. 24, v. 2, p. 136-147, 2015.

TRINDADE, P. A. de A. **Biologia e ecologia trófica de *Hemiodus unimaculatus* (BLOCH, 1794) (Characiformes: Hemiodontidae) no Rio Araguari, na área de influência da usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, Amapá, Brasil.** 72 p.

Dissertação (Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

VAN MEGEN H.; VAN DEN ELSEN S.; HOLTERMAN M.; KARSSSEN G.; MOOYMAN P.; BONGERS T.; HOLOVACHOV O.; BAKKER J.; HELDER J.; A phylogenetic tree of nematodes based on about 1200 full-length small subunit ribosomal DNA sequences. **Nematology**, v. 11, p. 927–950, 2009.

VICENTIN, W. **Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 e *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837 (Characiformes – Serrasalminae), espécies simpátricas no rio Negro, Pantanal, Brasil.** 89p. Dissertação (Ecologia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

YAMADA, F. H.; TAKEMOTO, R. M. Metazoan parasite fauna of two peacock-bass cichlid fish in Brazil. **Check list**, v. 9, n. 6, p. 1371-1377, 2013.