

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FAUNA DE PARASITOS METAZOÁRIOS DE *BRYCON ORTHOTAENIA*  
GÜNTHER, 1864 (ACTINOPTERYGII, BRYCONIDAE) DO  
ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

Elaborado por

CAROLINE FERREIRA CALVARIO

Orientador

MARILIA DE CARVALHO BRASIL SATO

SEROPÉDICA

RIO DE JANEIRO, 2018

CAROLINE FERREIRA CALVARIO

FAUNA DE PARASITOS METAZOÁRIOS DE *BRYCON ORTHOTAENIA*  
GÜNTHER, 1864 (ACTINOPTERYGII, BRYCONIDAE) DO  
ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

Monografia apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas

JULHO, 2018

FAUNA DE PARASITOS METAZOÁRIOS DE *BRYCON ORTHOTAENIA*  
GÜNTHER, 1864 (ACTINOPTERYGII, BRYCONIDAE) DO  
ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

CAROLINE FERREIRA CALVARIO

MONOGRAFIA APROVADA EM: 05 / 07 / 2018

BANCA EXAMINADORA:

PRESIDENTE / ORIENTADOR: marilia sato

Drª Marília de Carvalho Brasil Sato, Dep. Biologia Animal/ICBS/UFRRJ

MEMBRO TITULAR: Albert Luiz Suhett

Dr Albert Luiz Suhett, Dep. Ciências Ambientais/Instituto de Florestas/UFRRJ

MEMBRO TITULAR: Michelle Daniele dos Santos Clapp

Drª Michelle Daniele dos Santos Clapp, Dep. Biologia Animal/ICBS/UFRRJ

MEMBRO TITULAR: Márcia Cavalcanti de Albuquerque

Drª Márcia Cavalcanti de Albuquerque, Secretaria Municipal de Educação/RJ

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer...

A Deus por ter me guiado e sustentado até aqui, que nos momentos de dificuldades foi a minha fé e esperança.

Aos meus pais que me criaram com todo amor e carinho, sempre dando o melhor que eles tinham a oferecer. Quero agradecer ao meu pai Joaquim Nogueira Calvario, que já partiu para o céu, mas que foi a minha base nesta vida, juntamente com a minha mãe, Sônia Regina Ferreira Calvario. Ele sempre foi meu amigo fiel e meu apoio aqui na Terra. Partiu cedo e repentinamente, mas permanecerá em meu coração uma eterna gratidão. Minha mãezinha que é uma guerreira forte e que sempre me deu os mais sábios conselhos e que topa entrar em todas as batalhas comigo. Sem você, eu não teria chegado até aqui!

Aos meus irmãos Raquel Ferreira Calvario e Filipe Ferreira Calvario, que foram os primeiros amigos da minha vida, cada um com seu jeitinho especial. Ele me ajudando com matemática e inglês, e ela dando aqueles conselhos de irmã mais velha, minha grande parceira da vida.

Às minhas avós e meus avôs, por todo amor e carinho que me proporcionaram.

Aos meus amigos da Trupe do CR 2014.2 (Beatriz, Danilo, Daniela e Jéssica), que proporcionaram diversos momentos de descontração e risadas (a cozinha guarda mil histórias haha). Também não posso esquecer de agradecer pela ajuda nos estudos, compartilhando resumos e sempre falando aquela frase motivacional “No fim do período, tudo vai dar certo”.

À minha orientadora, Doutora Marília de Carvalho Brasil Sato, que me recebeu muito bem no LABEPAR e me concedeu esta grande oportunidade de trabalhar com este fascinante grupo de organismos, os parasitos. Quero agradecer pela paciência, ensinamentos e todo apoio que me foi dado até aqui. Certamente você sempre será um dos meus modelos de profissional a seguir. Também agradeço por todas as caronas rsrs.

À minha parceira de laboratório, Mestre Rayane Duarte, que me auxiliou praticamente em todas as etapas de análise do laboratório, juntamente com a Marília. Sempre com muita paciência e disposição para ajudar. É notável o seu amor pelo o que você faz. A sua carreira de sucesso só está começando!

À mestre Fátima Berto, pela companhia, risadas e obrigada pelas caronas também rs.

À Doutora Michelle Daniele do Santos Clapp, por aceitar compor esta banca. Também agradeço pelos conselhos, mesmo a conhecendo há pouco tempo, e por ser uma daquelas pessoas que me incentivou a fazer licenciatura rs.

Aos Doutores Albert Luiz Suhett e Marcia Cavalcanti de Albuquerque por aceitarem prontamente a fazer parte desta banca.

Ao Doutor Yoshimi Sato por todo apoio e material fornecido, coletas e identificação das matrinhãs. Também agradeço a toda equipe da CODEVASF e pescadores locais. Todos foram parte essencial dessa pesquisa e sem essa parceria este trabalho não seria possível.

Ao meu amigo Vitor Ferreira (presente do LABEPAR rs) pela companhia, dicas e incentivo para prosseguir na carreira científica.

À minha amiga Anderlea dos Santos, pela ajuda em oração, pelos conselhos e todas as conversas sobre a faculdade rs.

Muito obrigada a todos!

## RESUMO

*Brycon orthotaenia* Günther, 1864 é uma espécie de peixe de água doce, nativa e endêmica da bacia do rio São Francisco e conhecida popularmente como matrinhã. Este trabalho teve como objetivos identificar as espécies de parasitos metazoários de 38 espécimes de matrinhãs do alto rio São Francisco, coletados por pescadores locais, sendo 13 espécimes coletados em novembro de 2008 na área de influência do rio Borrachudo, a montante do reservatório de Três Marias e 25 espécimes coletados em maio e outubro de 2016 na área a jusante do reservatório, Minas Gerais, Brasil; registrar os sítios de parasitismo e os respectivos parâmetros (prevalência, intensidade média e abundância média) das espécies de parasitos; correlacionar esses parâmetros aos dados biométricos das matrinhãs e apontar possíveis relações do parasitismo com o hábito alimentar dos hospedeiros. A comunidade parasitária de *B. orthotaenia* foi composta por onze espécies de parasitos, sendo dez de helmintos endoparasitos: uma de Eucestoda (plerocercoides de espécie não identificada, representante de Proteocephalidae), oito de Nematoda (*Goezia* sp., *Hysterothylacium* sp. *Contracaecum* sp. do tipo 2, *Rhabdochona* sp., *Neocucullanus* sp., espécie não identificada representante de Capillariidae, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 e *Spiroxys* sp.), uma de Acanthocephala (cistacanto de espécie não identificada); e uma de ectoparasito: espécie representante de Branchiura, *Argulus elongatus* Heller, 1857. A espécie representada pelos plerocercoides, *P. inopinatus* e *Contracaecum* sp. apresentaram prevalência, intensidade média e abundância média mais elevadas. As espécies componentes da endoparasitofauna, por apresentarem ciclo de vida indireto, envolvendo artrópodes como hospedeiros intermediários, refletiram e reforçaram a classificação do hábito alimentar das matrinhãs como onívoro. Com exceção de *P. inopinatus* e *Rhabdochona* sp., as espécies de parasitos são novos registros para *B. orthotaenia* do rio São Francisco. *Neocucullanus* sp. é pela primeira vez reportada em uma espécie de peixe da bacia do São Francisco ampliando sua distribuição geográfica conhecida e a biodiversidade parasitária da comunidade ictíca nesse sistema hídrico.

Palavras-chave: Branchiura, Cistacanto, Nematoda, parasitos de peixes de água doce, plerocercoides, reservatório de Três Marias.

## ABSTRACT

*Brycon orthotaenia* Günther, 1864 is a species of freshwater fish, native and endemic to the São Francisco river basin and popularly known as “matrinchã”. The objective of this work was to identify the species of metazoan parasites from 38 specimens of “matrinchãs” from the upper São Francisco River, collected by local fishermen, 13 specimens collected in November 2008 in the area of influence of the Borrachudo river, upstream of the Três Marias dam and 25 specimens collected in May and October of 2016 in the downstream area, Minas Gerais, Brazil; register the sites and the parameters (prevalence, mean intensity and average abundance) of the parasites species; to correlate these parameters with the biometric data of the “matrinchãs” and to point out possible relationships of the parasitism with the feeding habits of the hosts. The parasite community of *B. orthotaenia* was composed of eleven species, of which ten were endoparasites: one of Eucestoda (plerocercoides of unidentified species, representative of Proteocephalidae), eight of Nematoda (*Goezia* sp., *Hysterothylacium* sp. *Contracaecum* sp. *Rhabdochona* sp., *Neocucullanus* sp., unidentified species representative of Capillariidae, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 and *Spiroxys* sp.), one of Acanthocephala (unidentified species cistacanth); and one of ectoparasite: representative species of Branchiura, *Argulus elongatus* Heller, 1857. The species represented by plerocercoids, *P. inopinatus* and *Contracaecum* sp. showed higher prevalence, mean intensity and average abundance. The component species of the endoparasitic fauna, presents an indirect life cycle, involving arthropods as intermediate hosts and reflected and reinforced the classification of the feeding habit of “matrinchãs” as omnivorous. Except for *P. inopinatus* and *Rhabdochona* sp., the others parasite species are new records for *B. orthotaenia* of the São Francisco river. *Neocucullanus* sp. is reported for the first time in a species of fish from the São Francisco basin, expanding its known geographic distribution and expanding the parasitic biodiversity of the fish community in this limnic water system.

Keywords: Branchiura, cystacanth, Nematoda, parasites of freshwater fish, plerocercoides, Três Marias Reservoir.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	4
<b>2.1.</b> Caracterização da Área de Coleta.....	4
<b>2.2.</b> Caracterização do Hospedeiro.....	6
<b>2.2.1.</b> Biologia da matrinchã, <i>Brycon orthotaenia</i> .....	9
<b>2.3.</b> Coleta, Identificação e Classificação do Hospedeiro.....	11
<b>2.4.</b> Características das Amostras dos Hospedeiros.....	12
<b>2.5.</b> Necropsia dos Hospedeiros.....	13
<b>2.6.</b> Coleta, Processamento, Classificação e Identificação das Espécies de Parasitos...14	
<b>2.7.</b> Fotomicrografias e Fotomacrografias.....	15
<b>2.8.</b> Estrutura da Comunidade Parasitária e Análise Estatística.....	15
<b>3. RESULTADOS</b> .....	17
<b>3.1.</b> Taxonomia, classificação e resenha ecológica dos parasitos de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....17	
Eucestoda.....	17
Nematoda.....	20
Acanthocephala.....	42
Branchiura.....	45
<b>3.2.</b> Estrutura da comunidade parasitária de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	48
<b>3.3.</b> Influência do sexo do hospedeiro sobre prevalência, intensidade e abundâncias parasitárias.....	52
<b>3.4.</b> Influência do comprimento padrão do hospedeiro sobre prevalência, intensidade e abundâncias parasitárias.....	52
<b>3.5.</b> Espécies coocorrentes nas infracomunidades parasitárias, distribuição e diversidade.....	55
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	57
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	64
<b>6. ANEXO</b> .....	65
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da bacia rio São Francisco, Minas gerais, Brasil, evidenciando os seis grandes reservatórios. Fonte: Sato & Godinho (2003) ..... 4
- Figura 2.** Vista parcial do alto rio São Francisco, evidenciando a região do reservatório de Três Marias, Minas Gerais, Brasil (A) Panorama do reservatório; (B) Pontos de coleta em destaque: no reservatório na área de influência do rio Borrachudo (seta vermelha) e na calha do rio São Francisco, a jusante da barragem de Três Marias (seta amarela). Foto: Google Earth, Acesso em jun. 2018..... 5
- Figura 3.** Espécime adulto de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, Escala = 6 cm. Foto: Yoshimi Sato..... 6
- Figura 4.** Itens alimentares encontrados, durante a necropsia, no estômago de espécimes de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. A – Algas; B, C - Hymenoptera; D – Hemiptera-Homoptera; E – Arachnida; F – Corpo de artrópode. Fonte: Caroline Calvario..... 10
- Figura 5.** Obtenção de dados biométricos de espécime de *Brycon orthotaenia*. A- Medição de espécime no ictiômetro; B – Pesagem de espécime em balança digital. Fonte: Caroline Calvario..... 12
- Figura 6.** Necropsia de um espécime de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. A – Espécime no ictiômetro no início da necropsia; B – Órgãos não individualizados; C - Órgãos internos do peixe individualizados em placa de Petri. Fonte: Caroline Calvario..... 14
- Figura 7.** Plerocercoides de espécie não identificada representante de Proteocephalidea de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécimes em preparações temporárias com Lactofenol de Aman. (A) Massa de plerocercoides encistados, escala = 0,05 mm; (B) Dois indivíduos encistados, + : Ventosas. Escala 0,2 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 19
- Figura 8.** *Hysterothylacium* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade Anterior - DC: dente cefálico, AV: apêndice ventricular; Escala = 0,05 mm (B) Região posterior - CC: cauda cônica, Escala = 0,05 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 22

**Figura 9.** *Contracaecum* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior – DC: dente cefálico, AP: apêndice ventricular; Escala = 0,04 mm (B) Extremidade posterior - CP: cauda pontiaguda; Escala = 0,04 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 25

**Figura 10.** *Goezia* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto Rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior - L: lábios, E: espinhos, ES: esôfago, Escala = 0,10 mm; (B) Extremidade posterior - CC: cauda cônica, Escala = 0, 10 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 27

**Figura 11.** *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas et Perreira, 1928 de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécimes em preparações temporárias com Lactofenol de Amann. (A-C) Fêmea adulta (A) Extremidade anterior - CB: cápsula bucal, EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular; (B) Região mediana - L: larvas; (C) Região mediana - O: ovos; (D) Extremidade posterior de um espécime macho – E: espículo,▲: papilas, G: glândula associada ao espículo; (E) Larva L4 – PG: primórdio genital; Escala = 0,10 mm Fonte: Caroline Calvario..... 30

**Figura 12.** *Spiroxys* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior- PL: pseudolábios, EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular, I: intestino; (B) extremidade anterior - PL: pseudolábios, EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular, escala = 0,04 mm (C) extremidade posterior - CC: cauda cônica, escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 33

**Figura 13.** Espécime fêmea de espécie não identificada representante de Capillariidae de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) extremidade anterior - EST: esticossoma, escala = 0,02 mm; (B) região mediana evidenciando os ovos – OV: Ovos, escala = 0,04 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 35

**Figura 14.** *Rhabdochona* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Espécime em preparação

temporária com Lactofenol de Amann. (A) - Extremidade anterior, Escala = 0,10 mm, (B) Extremidade anterior - DT: dentes, DR: derídio, VE: vestíbulo, Escala = 0,02 mm; (C) - Extremidade posterior, Escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 38

**Figura 15.** *Neocucullanus* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime clarificado com Lactofenol de Amann. (A) Região anterior – EC: esôfago claviforme, I: intestino. Escala = 0,04 mm (B) Região anterior - D: denticulo, ES: esôfago,▲:papila, Escala = 0,10mm (C) Região posterior – V: ventosa; Escala = 0,2 mm. (D) Região mediana –▲:papila, V: ventosa, Escala: 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 41

**Figura 16.** Cistacanto de uma espécie não identificada, representante de Acanthocephala de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime clarificado com Lactofenol de Amann. Visão geral do espécime, P: probóscide, C: cisto, Escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 44

**Figuras 17.** *Argulus elongatus* Heller, 1857 de *Brycon orthotaenia* Günther do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. A (Visão geral ventral) – AN: antenas, PR: probóscide, AB: abdômen bilobado, 1ªM: primeira maxila, Escala = 2 mm; B (visão geral dorsal) – OC: olhos compostos, PA: patas, ES: espermatecas, Escala = 2 mm; C (extremidade da pata) CE: cerdas, Escala = 0,10 mm; (D) primeira maxila - costelas radiais de sustentação das ventosas, Escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario..... 47

**Figura 18.** Representação quantitativa dos estágios larval, juvenil e adulto componentes da comunidade parasitária de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016 ..... 48

**Figura 19.** Representação percentual dos grupos de parasitos metazoários de 38 espécimes de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016 no Reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. .... 49

**Figura 20.** Representação gráfica da prevalência dos grupos de parasitos em relação ao sexo do hospedeiro, *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil..... 49

**Figura 21.** Representação percentual dos sítios de infecção dos plerocercoides de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro

de 2016 no Reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil..... 50

**Figura 22.** Representação percentual dos sítios de infecção dos nematoides de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no Reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil ..... 50

**Figura 23.** Prevalência, abundância média e intensidade média dos nematoides em relação ao sexo do hospedeiro, *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no Reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil ..... 54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Parasitos das espécies de <i>Brycon</i> Müller & Troschel, 1844 no Brasil.....	7
<b>Tabela 2.</b> Dados morfométricos de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 coletados, nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	13
<b>Tabela 3.</b> Índices ecológicos prevalência (P) expressa em porcentagem, intensidade média (IM) e abundância média (AM), (SI) sítio de infecção de 38 espécimes de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. CC = cavidade celomática; CI = cecos intestinais; ES = estômago; FI = fígado; IA = intestino anterior; IM = intestino médio; IP = intestino posterior; VG = vesícula gasosa.....	51
<b>Tabela 4.</b> Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos em relação ao sexo e ao comprimento do hospedeiro, <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 coletados, nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	53
<b>Tabela 5.</b> Espécies coocorrentes nas infracomunidades parasitárias de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	55
<b>Tabela 6.</b> Análise dos descritores parasitários das espécies coocorrentes em 38 espécimes de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	56
<b>Tabela 7.</b> Índice de dispersão e teste estatístico <i>d</i> dos parasitos de <i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	56

## LISTA DE ESPÉCIES DE PEIXES E RESPECTIVAS AUTORIAS

- Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867)
- Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969
- Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794)
- Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875)
- Ageneiosus brevifilis* Valenciennes, 1840 (= *A. inermis* (Linnaeus, 1766))
- Ageneiosus inermis* (Linnaeus, 1766)
- Ageneiosus militaris* Valenciennes, 1835
- Ageneiosus valenciennesi* Bleeker, 1864 (= *A. militaris* Valenciennes, 1835)
- Algansea lacustris* Steindachner, 1895
- Allophorus robustus* (Bean, 1892)
- Allotoca diazi* (Meek, 1902)
- Arapaima gigas* (Schinz, 1822)
- Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)
- Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758)
- Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)
- Astyanax lacustris* (Lütken, 1875)
- Astyanax schubarti* Britski, 1964
- Brycon breviceuda* Günther, 1864 (= *B. falcatus* Müller & Troschel, 1844)
- Brycon cephalus* (Günther, 1869)
- Brycon erythropterum* (Cope, 1872) (= *B. cephalus* (Günther, 1869))
- Brycon falcatus* Müller & Troschel, 1844
- Brycon guatemalensis* Regan, 1908
- Brycon hiliarii* (Valenciennes, 1850)
- Brycon lundii* Lütken, 1875 (= *B. orthotaenia* Günther, 1864)

*Brycon microlepis* Perugia, 1897 (= *B. hilarii* (Valenciennes, 1850))

*Brycon orthotaenia* Günther, 1864

*Bryconops affinis* (Günther, 1864)

*Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819)

*Cephalosilurus fowleri* Hanseman, 1911

*Charax gibbosus* (Linnaeus, 1758)

*Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006

*Cichlasoma cyanoguttatum* (Baird & Girard, 1854) (= *Herichthys cyanoguttatus* Baird & Girard, 1854)

*Cichlasoma fenestratum* (Günther, 1860) (= *Vieja fenestrata* (Günther, 1860))

*Cichlasoma meeki* (Brind, 1918) (= *Thorichthys meeki* Brind, 1918)

*Cichlasoma motaguense* (Günther, 1867) (= *Parachromis motaguensis* (Günther, 1867))

*Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1867) (= *A. nigrofasciata* (Günther, 1867))

*Cichlasoma pasionis* Rivas, 1962 (= *Thorichthys pasionis* (Rivas, 1962))

*Cichlasoma tetracanthus* (Valenciennes, 1831)

*Cichlasoma tetracanthus* (Valenciennes, 1831) (= *Nandopsis tetracanthus* (Valenciennes, 1831))

*Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862) (= *Mayaheros urophthalmus* (Günther, 1862))

*Chirostoma attenuatum* Meek, 1902

*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)

*Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840)

*Crenicichla haroldoi* Luengo & Britski, 1974

*Crenicichla lepidota* Heckel, 1840

*Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann, 1889)

*Cynopotamus humeralis* Valenciennes, 1850 (= *Galeocharax humeralis* (Valenciennes, 1834))

*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

*Dormitator maculatus* (Bloch, 1792)

*Duopalatinus emarginatus* (Valenciennes, 1840)

*Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874)

*Galeocharax humeralis* (Valenciennes, 1834)

*Galeocharax knerii* (Steindachner, 1879)

*Goodea atripinnis* Jordan, 1880

*Gymnotus carapo* Linnaeus, 1758

*Hemigrammus marginatus* Ellis, 1911

*Herichthys cyanoguttatus* Baird & Girard, 1854

*Hoplias intermedius* (Günther, 1864)

*Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908

*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)

*Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828)

*Hypophthalmus edentatus* Spix & Agassiz, 1829

*Leporellus vittatus* (Valenciennes, 1850)

*Leporinus copelandii* Steindachner, 1875

*Leporinus elongatus* Valenciennes, 1850

*Leporinus fasciatus* (Bloch, 1794)

*Leporinus friderici* (Bloch, 1794)

*Leporinus lacustris* Amaral Campos, 1945

*Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988

*Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837)

*Leporinus octofasciatus* Steindachner, 1915

*Leporinus piau* Fowler, 1941

*Leporinus reinhardti* Lütken, 1875

*Leporinus striatus* Kner, 1858

*Leporinus teaniatus* Lütken, 1875

*Metynnis lippincottianus* (Cope, 1870)

*Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802)

*Myleus schomburgkii* (Jardine, 1841) (= *Myloplus schomburgkii* (Jardine, 1841))

*Myloplus asterias* (Müller & Troschel, 1844)

*Myloplus schomburgkii* (Jardine, 1841)

*Mylossoma duriventre* (Cuvier, 1818)

*Mylossoma orbignyanum* (Valenciennes, 1850) (= *M. duriventre* (Cuvier, 1818))

*Moenkhausia costae* (Steindachner, 1907)

*Neophorus diazi* (Meek, 1902) (= *A. diazi* (Meek, 1902))

*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

*Orthospinus franciscensis* (Eigenmann, 1914)

*Parachromis motaguensis* (Günther, 1867)

*Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (= *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766))

*Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803

*Pimelodus pohli* Ribeiro & Lucena, 2006

*Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)

*Poblana alchichica* de Buen, 1945

*Poecilia mexicana* Steindachner, 1863

*Poecilia velifera* (Regan, 1914)

*Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841)

*Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829

*Prochilodus costatus* Valenciennes, 1850

*Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829)

*Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821)  
*Pygocentrus nattereri* Kner, 1858  
*Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)  
*Rhaphiodon vulpinus* Spix & Agassiz, 1829  
*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)  
*Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829  
*Salminus affinis* Steindachner, 1880  
*Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816)  
*Salminus franciscanus* Lima & Britski, 2007  
*Salminus hilarii* Valenciennes, 1850  
*Salminus maxillosus* Valenciennes, 1850 (= *S. brasiliensis* (Cuvier, 1816))  
*Schizodon borellii* (Boulenger, 1900)  
*Schizodon knerii* (Steindachner, 1875)  
*Schizodon nasutus* Kner, 1858  
*Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875  
*Serrasalmus gouldingi* Fink & Machado-Allison, 1992  
*Serrasalmus maculatus* Kner, 1858  
*Serrasalmus manueli* (Fernández-Yépez & Ramírez, 1967)  
*Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837  
*Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829  
*Thorichthys pasionis* (Rivas, 1962)  
*Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766)  
*Trachydoras paraguayensis* (Eigenmann & Ward, 1907)  
*Triportheus guentheri* (Garman, 1890)  
*Triportheus paranensis* (Günther, 1874)  
*Vieja fenestrata* (Günther, 1860)

## 1. INTRODUÇÃO

O rio São Francisco nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra (Minas Gerais), correndo em sentido geral sul-norte e posteriormente no sentido leste-oeste. Sua bacia passa pelos biomas de Cerrado, Caatinga, e Mata Atlântica e drena áreas de diversos estados: Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e o Distrito Federal. Paraopeba, das Velhas, Paracatu, Urucuia, Corrente e Grande são os principais afluentes do São Francisco, e os afluentes da margem esquerda geralmente são temporários (GODINHO & GODINHO, 2003).

A importância do rio São Francisco sempre foi reconhecida no setor pesqueiro, embora esta não tenha sido quantificada. Este rio há alguns anos foi uma das principais fontes brasileiras de pescado e também despertava o interesse de pescadores desportivos que se dirigiam anualmente às margens do rio. Vale ressaltar que a pesca neste rio é de suma importância para população ribeirinha local, uma vez que esta atividade é uma essencial fonte geradora de recursos, sejam estes recursos monetários ou de alimentação (GODINHO & GODINHO, 2003).

A bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais, abrange uma grande área do Brasil, cobrindo cerca de 7,4% do território nacional (631,133 km<sup>2</sup>). Esta bacia é dividida em quatro segmentos: alto, médio, submédio e baixo. O alto tem início na nascente e estende-se até Pirapora (630 km). Este segmento possui águas rápidas, frias e oxigenadas, é perene e a região dispõe de um clima tropical úmido; o médio começa em Pirapora e tem continuidade até Remanso (1.090 km). Neste segmento, o rio é alto, com baixo fluxo de águas, sendo na maioria das vezes perene e está sujeito a inundações. Possui um clima tropical semiárido; o submédio vai de Remanso até a cachoeira de Paulo Afonso (686 km). Neste segmento, o rio encontra-se quase inteiramente em reservatórios, sendo principalmente sazonal e a região possui um clima tropical semiárido; o baixo entende-se de Paulo Afonso até a foz. Neste segmento, o rio é de planície, na maioria das vezes sazonal e as águas possuem um fluxo lento e sofrem influência marinha (PAIVA, 1982; SATO & GODINHO, 2003).

No Brasil, mais de 23% dos reservatórios encontram-se no Vale do São Francisco. Seis grandes reservatórios (Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó) foram construídas através da calha principal do rio São Francisco, enquanto que seis reservatórios menores foram construídas nos afluentes dos segmentos alto e médio (SATO & GODINHO, 2003).

Na bacia do rio São Francisco encontram-se diversas espécies de peixes (que estão descritos na lista disponibilizada no presente trabalho), sendo algumas espécies nativas e outras introduzidas. No estado de Minas Gerais há um número considerável de espécies de peixes ameaçadas de extinção e 18 destas ocorrem nesta bacia, sendo a matrinchã (*Brycon orthotaenia*), o pirá (*Conorhynchos conirostris*), o cascudo-preto (*Rhinelepis aspera*), o surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o dourado (*Salminus brasiliensis*), os peixes mais vulneráveis à mudanças no ambiente. A bacia apresenta diversos status de

conservação, para a fauna de peixes saofranciscanos migradores, ao longo de sua extensão. O segmento que se estende da foz do rio Abaeté à entrada do reservatório de Sobradinho, incluindo os rios Urucuia, Carinhanha, Corrente e Grande, é uma área considerada relativamente estável. A bacia encontra-se vulnerável no trecho do rio São Francisco, a montante do reservatório de Três Marias, e nos rios Abaeté, Paracatu e Pandeiros. No reservatório de Três Marias e no segmento do rio limitado pelos reservatórios de Xingó e Sobradinho, encontra-se um status de preservação alarmante, sendo considerado crítico. Devido à riqueza de espécies, reprodução de peixes de piracema e presença de espécies endêmicas, a calha principal do rio São Francisco, a jusante do reservatório de Três Marias, juntamente com os baixos cursos dos principais afluentes desta região, são áreas que necessitam de grande atenção, sendo consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade do estado de Minas Gerais (GODINHO & GODINHO, 2003).

O reservatório de Três Marias foi concluído em 1960, sendo o primeiro grande reservatório hidrelétrico construído no Brasil. Originalmente, este reservatório tinha sido construído com o intuito de haver um controle de enchentes na Central São Francisco, mas atualmente ganhou uma função a mais, gerar energia. O reservatório se estende 100 km ao sul no estado de Minas Gerais, cobrindo uma área de 105.000 hectares. Quando os níveis de água estão mais baixos, uma extensa área de terra seca fica exposta, e acaba sendo colonizada por vegetação, principalmente por gramíneas. Quando os níveis de água sobem novamente, esta vegetação serve como refúgio temporário e alimento para peixes (SATO & GODINHO, 2003).

Peixes que vivem em sistemas de confinamento estão submetidos a um nível elevado de estresse. Estes altos níveis são em decorrência da constante manipulação de tanques e aquários, superlotação destes e transporte dos peixes de um ambiente para o outro. O estresse gerado acaba comprometendo o sistema imune destes organismos, o que os torna mais susceptíveis a doenças (BONGA, 1997; CHAGAS et al., 2009).

Peixes são comumente afetados por diversas doenças, as quais podem ser causadas por bactérias, parasitos, entre outros. É necessário que se tenha uma atenção redobrada quando estes peixes são afetados por alguma parasitose, uma vez que peixes com alta carga parasitária podem vir a óbito, principalmente quando estes são larvas e alevinos (LEIRA et al, 2017).

Há diversos registros de zoonoses, sendo as mais conhecidas aquelas causadas por helmintos como: nematoides e eucestoides. Alguns grupos de helmintos utilizam peixes, seja de água doce, marinha ou salobra, como hospedeiros intermediários. Há algumas décadas determinadas helmintoses eram restritas a algumas regiões do mundo, mas devido à melhorias no transporte, expansão dos limites geográficos, expansão da população, globalização, entre outros, os parasitos causadores destas zoonoses conseguiram ampliar a sua distribuição geográfica. Um exemplo disto é que, atualmente, o hábito de

comer carne de peixe crua tornou-se algo comum, o que antes era algo mais restrito à cultura de alguns países, como por exemplo, o Japão. Este dado é de extrema relevância, uma vez que humanos podem ser infectados através da ingestão de larvas infectivas (que ficam aderidas na musculatura do peixe), a partir da ingestão de peixe cru ou mal cozido (CHAI et al., 2005). No presente estudo, foram registradas nematoides das famílias Anisakidae e Capillariidae, sendo estes dados de utilidade na saúde pública.

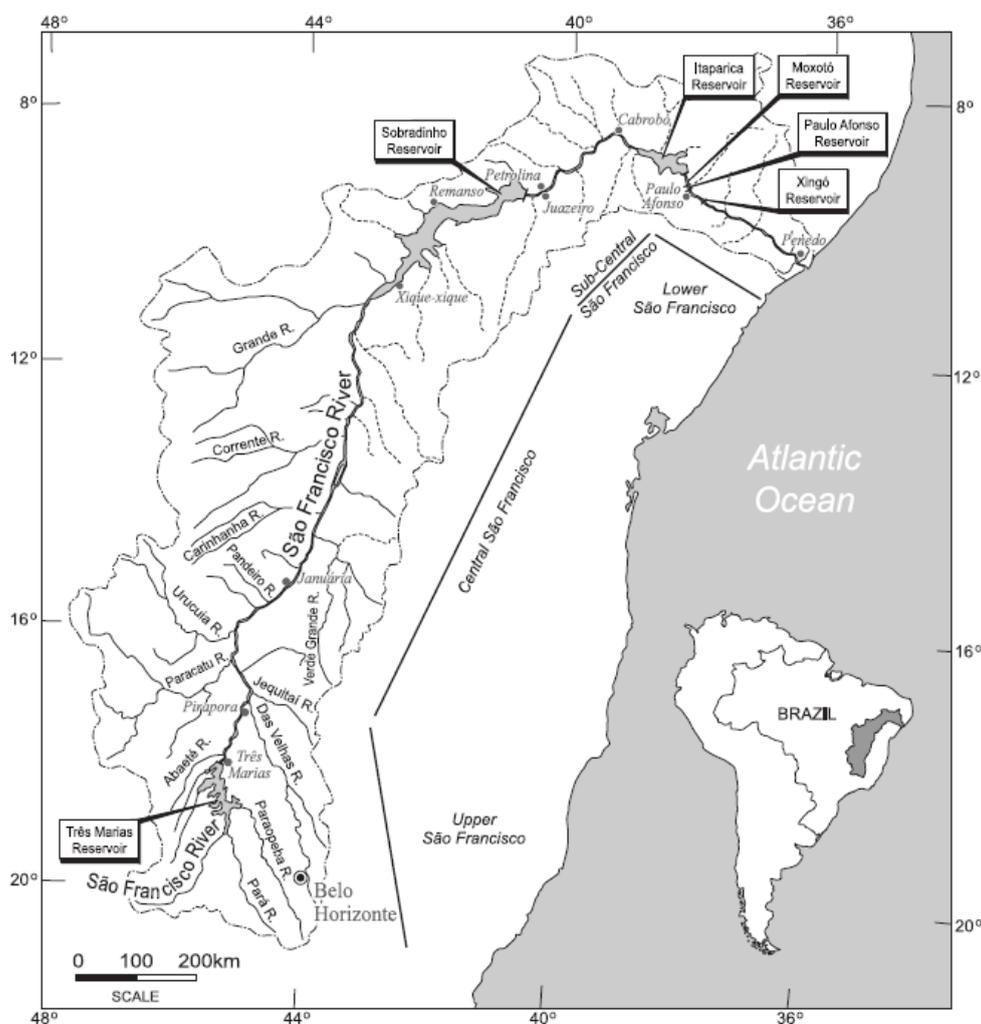
O presente estudo tem como objetivo fornecer, pela primeira vez, dados sobre a taxonomia e a biodiversidade parasitária de *B. orthotaenia*, espécie endêmica do alto rio São Francisco, e assim ampliar as pesquisas na área de ictioparasitologia do alto rio São Francisco. Além deste, outros objetivos são: quantificar os parâmetros parasitários (prevalência, intensidade e abundância) das espécies de parasitos encontradas, correlacionar os parâmetros parasitários encontrados com o comprimento padrão e sexo dos hospedeiros, registrar os sítios (local do parasitismo) de cada espécie de parasito encontrada e apontar possíveis relações do parasitismo com o hábito alimentar dos hospedeiros.

Deste modo, este estudo tem uma importante contribuição para a piscicultura, uma vez que auxilia na detecção de parasitos potencialmente prejudiciais para peixes. Este conhecimento contribui para a adoção de medidas profiláticas necessárias, afim de minimizar a ação dos parasitos sobre os hospedeiros (peixes). Com isso é possível aprimorar a produção de peixes, auxiliar projetos para a preservação de espécies ou para a comercialização de peixes.

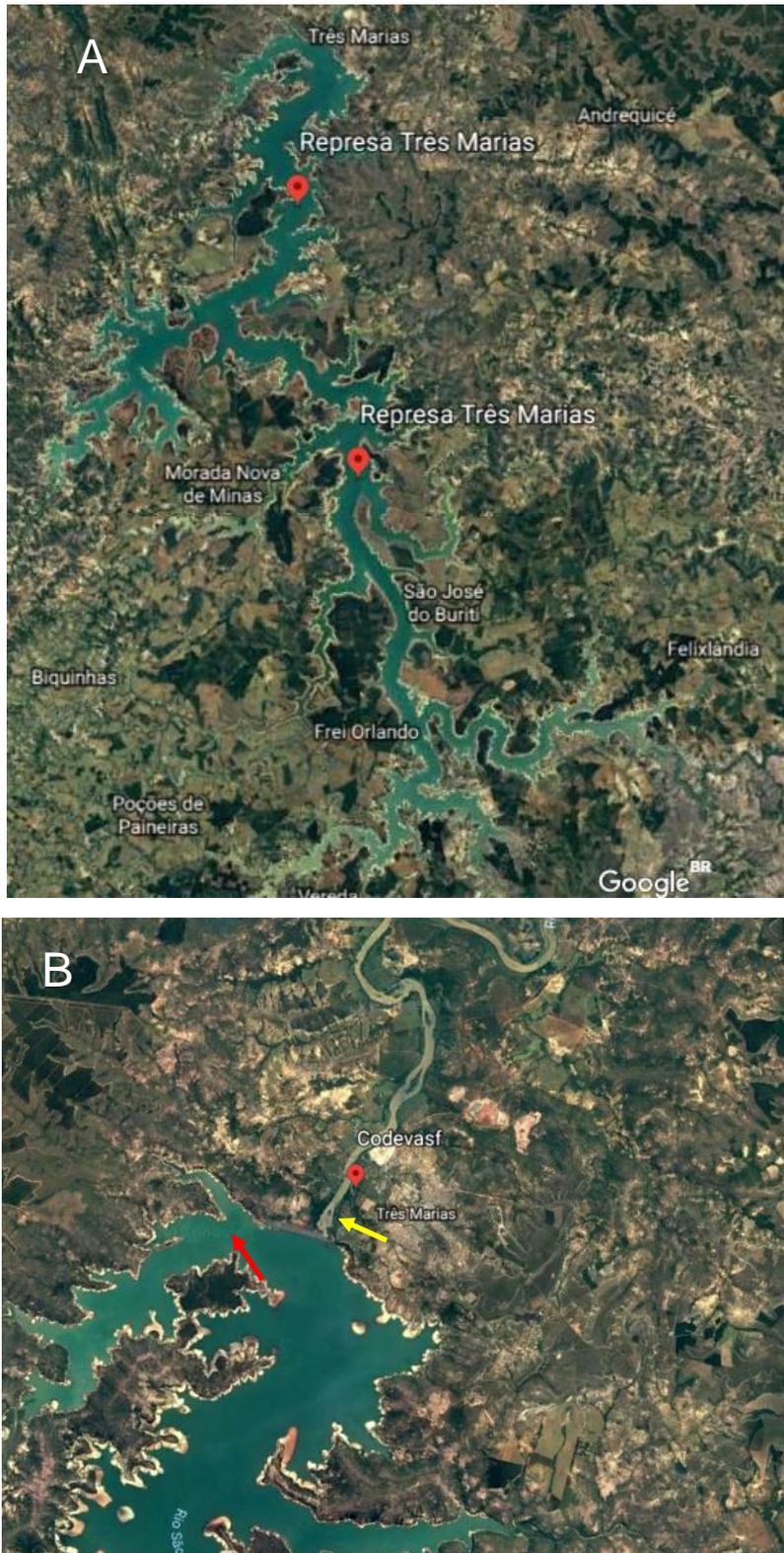
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área de coleta

As coletas das matrinhãs foram realizadas no rio São Francisco (Fig.1), em duas localidades: no reservatório de Três Marias (em 2008) na área de influência do Borrachudo ( $18^{\circ} 12' 59''$  S,  $45^{\circ} 17' 34''$  O) e na calha do rio São Francisco ( $18^{\circ} 12' 32''$  S,  $45^{\circ} 15' 41''$  O) a jusante da barragem de Três Marias (em 2016) (Fig. 2), a qual separa com seus 75 metros de altura as duas regiões do alto São Francisco, mais especificamente situada na região central do Estado de Minas Gerais. Este é um dos maiores reservatórios da bacia do rio São Francisco e possui vários afluentes do rio principal, sendo o rio Paraopeba o maior deles (SATO & GODINHO, 2003).



**Figura 1.** Mapa da bacia do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, evidenciando os seis grandes reservatórios. **Fonte:** Sato & Godinho (2003).



**Figura 2.** Vista parcial do alto rio São Francisco, evidenciando a região do reservatório de Três Marias, Minas Gerais, Brasil (A) Panorama do reservatório; (B) Pontos de coleta em destaque: no reservatório na área de influência do rio Borrachudo (seta vermelha) e na calha do rio São Francisco, à jusante da barragem de Três Marias (seta amarela). Foto: Google Earth, Acesso em jun. 2018.

O reservatório é quente, monomítico e oligotrófico. Sua estrutura térmica é variável. No verão, o reservatório apresenta a temperatura máxima de 31,1 °C (na superfície da água), e no inverno a temperatura mínima (nas camadas de água mais profundas) pode chegar a 21,4 °C. O pH da água varia entre ácido (4,99) e alcalino (7,30). O aumento do pH na água pode ocorrer devido a atividade fotossintética do fitoplâncton, principalmente nos períodos chuvosos, período no qual esta atividade torna-se mais intensa. As concentrações de oxigênio dissolvido na água do rio São Francisco são mais baixas nos períodos quentes e mais elevadas e constantes no período do inverno. Devido à pobreza de íons dos solos na região do reservatório de Três Marias, a condutividade elétrica das águas apresenta-se constantemente baixa (SAMPAIO & LÓPEZ, 2003).

## 2.2. Caracterização do Hospedeiro

*Brycon orthotaenia* (Fig. 3) é uma espécie de peixe de água doce, nativa e endêmica da bacia do rio São Francisco, sendo conhecida popularmente como matrinhã. Esta espécie foi citada anteriormente como *Brycon lundii* Reinhardt, 1874 (REIS et al., 2003).



**Figura 3.** Espécime adulto de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Escala = 6 cm. Foto: Yoshimi Sato.

A matrinhã está inserida na ordem Characiformes, família Byconidae, subfamília Bryconinae (REIS et al., 2003). Byconidae é composta por 49 espécies distribuídas em quatro gêneros: *Brycon*, *Salminus*, *Chilobrycon* e *Henochilus*. *Brycon* compreende 43 espécies válidas (FROESE; PAULY, 2018).

*Brycon orthotaenia* está entre as espécies endêmicas utilizada na alimentação humana na bacia do São Francisco, sendo portanto, importante fonte proteica. Essa notória importância incluiu *Brycon* spp. nos projetos de desenvolvimento de pescado na América do Sul pela “*Food and Agriculture Organization of the United Nations*” /FAO (FLORES-NAVA et al., 2010).

Diversos grupos de parasitos (Nematoda, Crustacea, entre outros) ocorrem em peixes de água doce do gênero *Brycon* no Brasil (THATCHER, 2006; EIRAS et al., 2010; LUQUE et al., 2011, 2013). A tabela 1 foi elaborada, baseada na compilação de trabalhos científicos (citados anteriormente), para ilustrar os grupos de hospedeiros do gênero *Brycon* e seus respectivos parasitos.

**Tabela 1.** Parasitos das espécies de peixes do gênero *Brycon* Müller & Troschel, 1844 no Brasil.

Espécies de Peixes	Parasitos
<i>B. amazonicus</i>	<p><b>Acanthocephala</b>  <i>Echinorhynchus bryconi</i> Machado Filho, 1959  <i>Echinorhynchus</i> sp.</p> <p><b>Ciliophora</b>  <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> Fouquet, 1876  <i>Trichodina</i> Enrenberg, 1838</p> <p><b>Crustacea</b>  <i>Argulus chicomendesi</i> Malta &amp; Varella, 2000  <i>Ergasilus bryconis</i> Thatcher, 1981  <i>Gamidactylus bryconis</i> Varella, 1994</p> <p><b>Hirudinea</b>  <i>Placobdella</i> sp.</p> <p><b>Nematoda</b>  <i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928</p>
<i>B. brevicauda</i> (= <i>B. falcatus</i> )	<p><b>Nematoda</b>  <i>Procamallanus inopinatus</i></p>
<i>B. cephalus</i>	<p><b>Acanthocephala</b>  <i>Echinorhynchus</i> sp.</p> <p><b>Ciliophora</b>  <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>  <i>Trichodina</i> Enrenberg, 1838</p> <p><b>Crustacea</b>  <i>Amplexibranchius bryconis</i> Thatcher &amp; Paredes, 1985  <i>Argulus chicomendesi</i>  <i>Argulus</i> sp.  <i>Ergasilus bryconis</i>  <i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758</p> <p><b>Flagellata</b>  <i>Piscinoodinium pillulare</i> (Schäperclaus, 1954)</p> <p><b>Monogenea</b>  <i>Annulotrematoides bryconi</i> Cugliana, Cordeiro &amp; Luque, 2003</p> <p><b>Nematoda</b>  <i>Procamallanus inopinatus</i></p>

Continuação da Tabela 1

Espécies de Peixes	Parasitas
<i>B. erythropterum</i> (= <i>B.cephalus</i> )	<b>Crustacea</b> <i>Argulus chicomendesi</i> <b>Nematoda</b> <i>Procamallanus inopinatus</i>
<i>B. falcatus</i>	<b>Nematoda</b> <i>Procamallanus inopinatus</i> <i>Rhabdochona acuminata</i> (Molin, 1860)
<i>B. hilarii</i>	<b>Acanthocephala</b> <i>Echinorhynchus bryconi</i> <i>E. gracilis</i> Machado Filho, 1948 Acanthocephala fam. gen. sp. <b>Amoebae</b> ameba não identificada <b>Ciliophora</b> <i>Apiosoma</i> Blanchard, 1885 <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> <i>Trichodina</i> <b>Nematoda</b> <i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 larva de Moravec, Kohn & Fernandes, 1993 <i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2 larva de Moravec, Kohn & Fernandes, 1993 <i>Cucullanus</i> sp. <i>Eustrongylides ignotus</i> Jägerskiöld, 1909 larva <i>Goezia brasiliensis</i> Moravec, Kohn & Fernandes, 1994 <i>Goezia brevicaeca</i> Moravec, Kohn & Fernandes, 1994 <i>Neocucullanus neocucullanus</i> Travassos, Artigas & Pereira, 1928 <i>Procamallanus inopinatus</i>
<i>Brycon insignis</i>	<b>Crustacea</b> <i>Lernaea</i> sp. <b>Nematoda</b> <i>Procamallanus</i> sp.
<i>B. lundii</i> (= <i>B. orthotaenia</i> )	<b>Digenea</b> <i>Dendrorchis neivai</i> Travassos, 1926 <i>Prosthenthystera obesa</i> (Diesing, 1850) <b>Nematoda</b> <i>Procamallanus inopinatus</i>
<i>B. melanopterus</i>	<b>Crustacea</b> <i>Gamidactylus bryconis</i> <i>Dipteropeltis hirundo</i> Calman, 1912

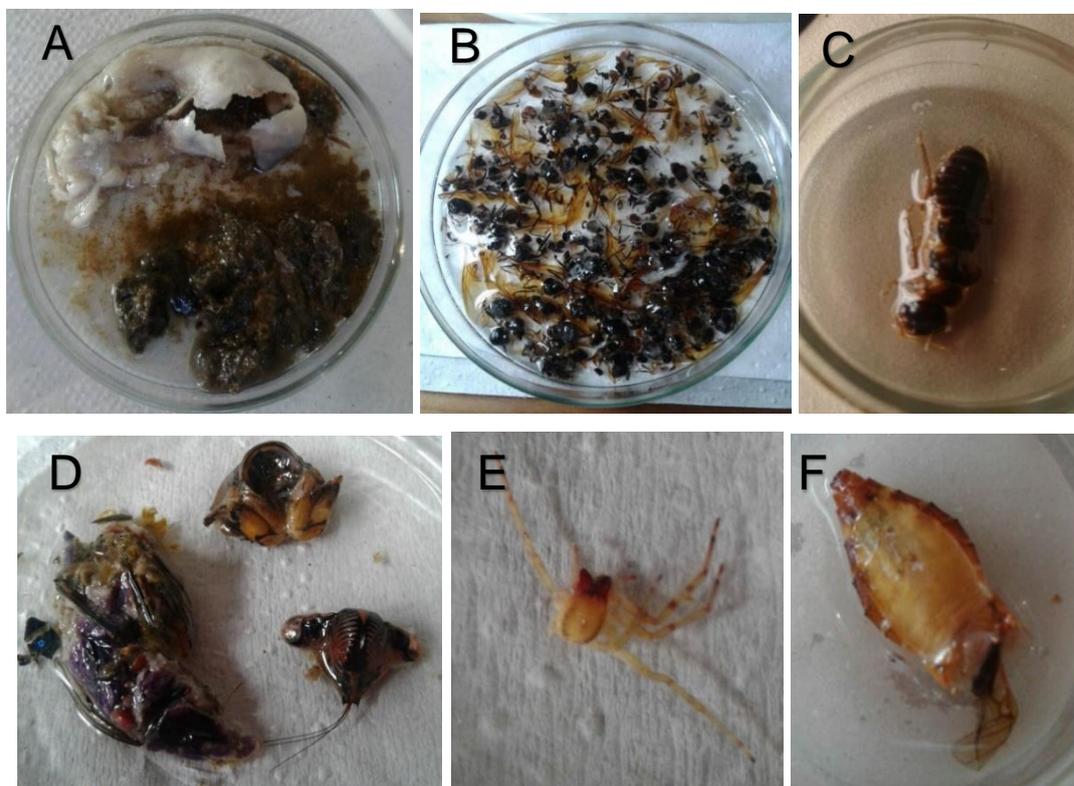
Continuação da Tabela 1

Espécies de Peixes	Parasitas
<i>B. melanopterus</i>	<b>Monogenea</b>
	<i>Anacanthorus brevis</i> Mizelle & Kritsky, 1969
	<i>A. elegans</i> Kritsky, Thacher & Kayton, 1979
	<i>A. kruidenieri</i> Kritsky, Thacher & Kayton, 1979
	<i>A. spiralocirrus</i> Kritsky, Thacher & Kayton, 1979
	<i>Jainus amazonensis</i> Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980
<i>Trinibaculum brazilensis</i> Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980	
<i>B. microlepis</i> (= <i>B. hilarii</i> )	<b>Nematoda</b>
	<i>Contracaecum</i> sp.
	<i>Eustrongylides</i> sp.
Nematoda gen. sp.	
<i>B. orbignyanus</i>	<b>Amoebae</b>
	ameba não identificada
	<b>Ciliophora</b>
	<i>Apiosoma</i> Blanchard, 1885
	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>
	<i>Trichodina</i>
<b>Nematoda</b>	
Anisakidae gen. sp.	
Nematoda gen. sp.	
<i>B. orthotaenia</i>	<b>Nematoda</b>
	<i>Amplicaeum</i> sp.
	<i>Cystidicoloides</i> sp.
	<i>Procamallanus inopinatus</i>
	<i>Rhabdochona</i> sp.
<i>B. pesu</i>	<b>Crustacea</b>
	<i>Ergasilus holobryconis</i> Malta e Varella, 1986

### 2.2.1. Biologia da matrinhã, *Brycon orthotaenia*

*Brycon orthotaenia* apresenta o corpo coberto por escamas, sendo estas mais escuras no dorso, região ventral esbranquiçada, laterais relativamente prateadas e nadadeira caudal e anal com uma coloração mais forte e avermelhada. Os peixes desta espécie possuem uma mancha negra que tem início ao nível da nadadeira anal, contínua, terminando no final da nadadeira caudal (SATO et al., 2006). Estes peixes podem atingir até 33 cm de comprimento e chegar a 7 kg em peso, sendo as fêmeas maiores do que os machos (SATO & GODINHO, 2003; FROESE; PAULY, 2018).

É classificada como predominantemente herbívora (MENEZES, 1969; GOULDING, 1980; WELCOMME, 1985; GERKING, 1994). Há registros que estes peixes também consomem diversos itens alimentares de origem não vegetal, assim conferindo a *B. orthotaenia* um caráter onívoro (MENIN & MIMURA, 1992). No presente estudo, *B. orthotaenia* apresentou uma dieta onívora (Fig.4).



**Figura 4.** Itens alimentares encontrados, durante a necropsia, no estômago de espécimes de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. A – Algas; B,C – Hymenoptera; D – Hemiptera-Homoptera; E – Arachnida; F – Corpo de artrópode. Fonte: Caroline Calvario.

*Brycon orthotaenia* é uma espécie migradora de longa distância que realiza piracema. Sua reprodução é sazonal, sendo associada a períodos chuvosos. No período da desova artificial, sob confinamento, as fêmeas de matrinhã tornam-se agitadas e agressivas. Se as fêmeas ficarem juntas neste período, as mais fortes atacam as mais fracas, provocando danos, como por exemplo, a remoção de escamas. Os ovos da matrinhã não estão sujeitos a cuidado parental (SATO et. al, 2003; GONÇALVES et al., 2006).

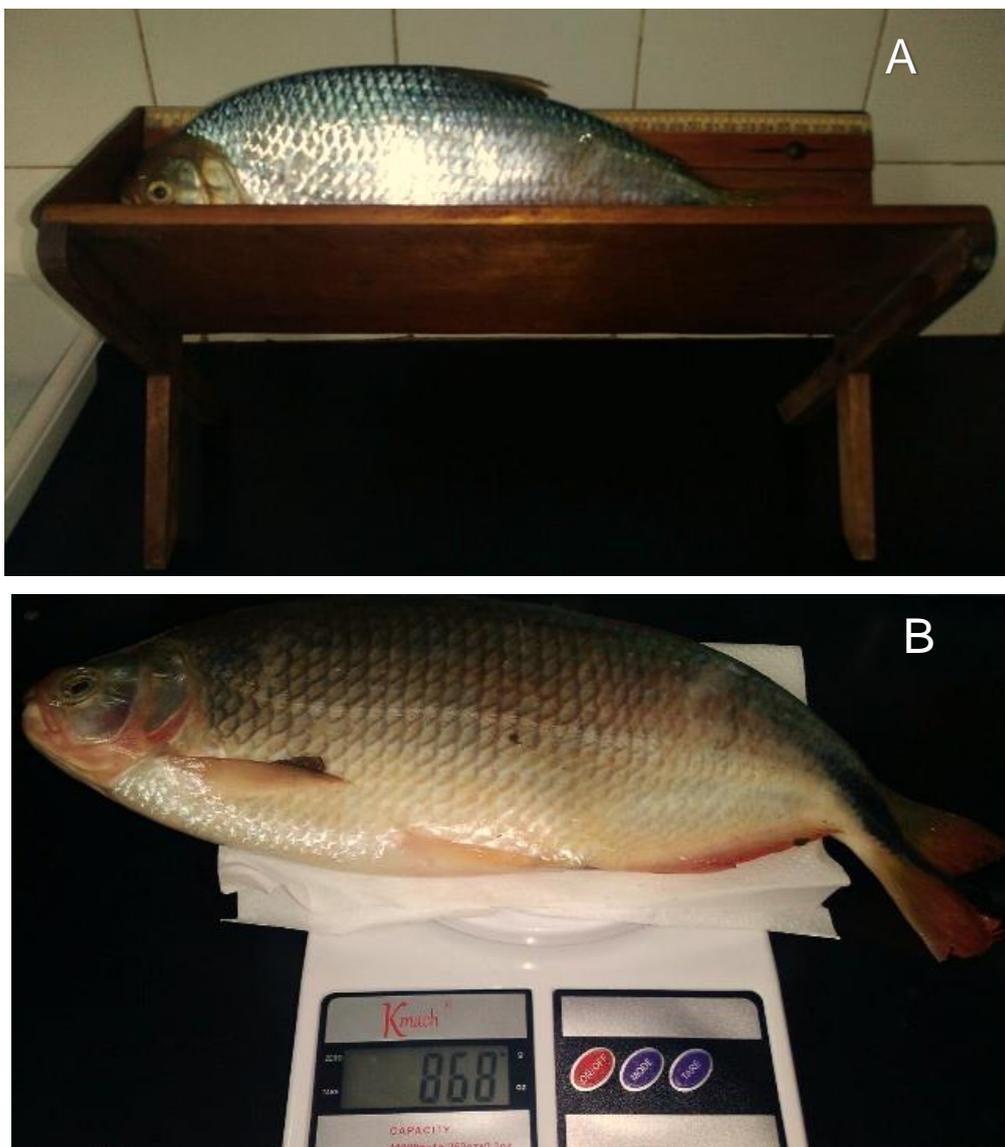
Esta espécie possui importância para pescadores comerciais e desportivos, no estado de Minas Gerais. Os estoques naturais de *B. orthotaenia* estão reduzidos em algumas áreas da bacia do rio São Francisco. Isto pode ser devido a interferências ambientais, geradas pela construção do reservatório de Três Marias, e pela pesca exagerada e fora de período. A fim de minimizar os efeitos do reservatório na fauna local de peixes, a Estação de Piscicultura foi construída pela CODEVASF, em Três Marias, Minas

Gerais. Neste local ocorre a produção de alevinos exclusivamente de espécies nativas da bacia do rio São Francisco, tendo sido produzidos muitos alevinos de *B. orthotaenia* (SATO & GODINHO, 2003).

### **2.3. Coleta, Identificação e Classificação do Hospedeiro**

As coletas dos peixes foram realizadas por pescadores locais, em novembro de 2008 e em maio e outubro de 2016. Os espécimes de *B. orthotaenia* foram identificados e classificados segundo Britski et al. (1988) e a atualização da nomenclatura seguiu Reis et al. (2003). Os peixes referentes aos períodos de novembro de 2008 e maio de 2016 foram identificados, pesados, medidos (comprimento padrão e comprimento total), necropsiados e sexados, através do exame das gônadas, no Laboratório de Ictiologia do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales dos rios São Francisco e do Parnaíba (1ª CIRPA\CODEVASF) em Três Marias, Minas Gerais. As vísceras e brânquias foram acondicionadas em pequenos potes de plástico contendo o fixador formol a 3%, e posteriormente, foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos (LABEPAR), situado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro.

Os peixes referentes ao período de outubro de 2016 foram congelados inteiros e identificados no Laboratório de Ictiologia da 1ª CIRPA e posteriormente transportados envoltos em saco plástico, etiquetados e acondicionados em uma caixa de isopor para o LABEPAR. As pesagens (balança Kmach), medições (comprimento total e padrão) (Fig.5), necropsia e sexagem foram realizadas no LABEPAR, onde todos os dados foram anotados, individualmente para cada espécime de matrinhã, em formulários de necropsia (Anexo I), seguindo protocolos de Amato et al. (1991).



**Figura 5.** Obtenção de dados biométricos de espécime de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864. A- Medição de espécime no ictiômetro; B - Pesagem de espécime em balança digital. Fonte: Caroline Calvario.

#### **2.4. Características das amostras dos hospedeiros**

Foram coletados ao todo 38 espécimes de *B. orthotaenia*, sendo 25 provenientes do rio São Francisco, região jusante (coletados em maio e outubro de 2016) e 13 provenientes do reservatório de Três Marias, região do borrachudo (coletados em novembro de 2008). Dos 38 peixes coletados, 22 eram machos e 16 eram fêmeas. Os espécimes fêmeas foram significativamente maiores ( $t=4,448$  e  $p=0,0001$ ) e mais pesados ( $t=3,846$  e  $p=0,0005$ ) que os espécimes machos (Tab. 2).

**Tabela 2.** Dados morfométricos de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

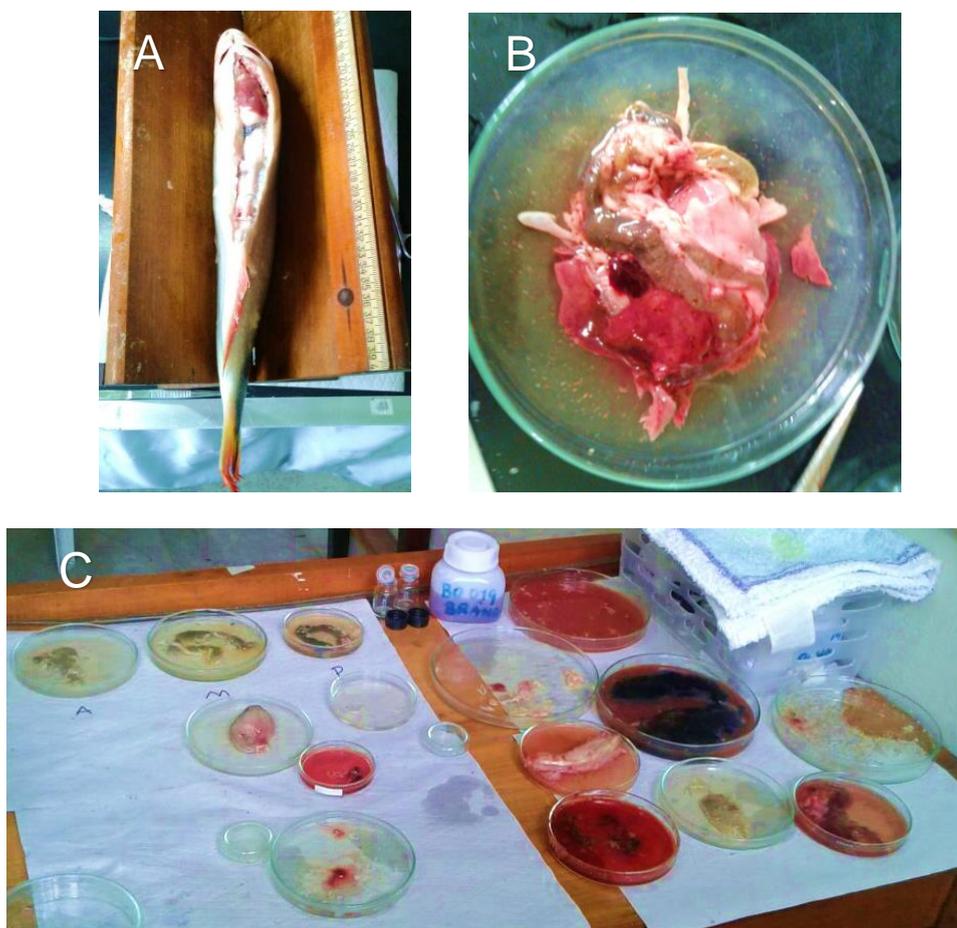
	<b>Machos (n=22)</b>	<b>Fêmeas (n= 16)</b>
<b>Parâmetros</b>	Média ± DP	Média ± DP
<b>Peso (g)</b>	436,1 ± 67,56	824,3 ± 73,26
	(185 – 1700g)	(420 – 1405g),
<b>Teste t de Student</b>	t =3,846	p = 0,0005
<b>Comprimento padrão</b>	26,07 ± 1,137	33,66 ± 1,248
	(18,5 – 44,00)	(23,6 – 42,00)
<b>Teste t de Student</b>	t =4,448	p = 0,0001

DP = Desvio padrão; Nível de significância:  $p < 0,05$

## 2.5. Necropsia dos Hospedeiros

Os espécimes de *B. orthotaenia* foram necropsiados (Fig. 6) com auxílio de tesoura e pinça e em seguida, os órgãos foram individualizados e colocados em placas de Petri e foram banhados com água destilada a fim de evitar a desidratação dos órgãos.

Diversos órgãos foram examinados, sendo estes: estômago, cecos intestinais, intestino anterior, médio e intestino posterior, fígado, vesícula biliar, vesícula gasosa, cavidade celomática e também a gordura abdominal. Os órgãos e estruturas foram analisados sob estereomicroscópio binocular Olympus SZ40 e foram manuseados com estilete e pinça. Após a primeira análise, o material foi lavado em uma peneira fina específica (que evita que os parasitos sejam perdidos durante o processo de lavagem) com água destilada e em seguida foi disposto em uma placa de Petri e reexaminado com o auxílio de um estereomicroscópio.



**Figura 6.** Necropsia de um espécime de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. A – Espécime no ictiômetro no início da necropsia; B – Órgãos não individualizados; C - Órgãos internos do peixe individualizados em placa de Petri. Fonte: Caroline Calvario.

## 2.6. Coleta, Processamento, Classificação e Identificação das Espécies de Parasitos

Os espécimes de helmintos coletados foram processados de acordo com Amato et al. (1991).

Os espécimes de Eucestoda, Nematoda, Acanthocephala e Branchiura, e foram armazenados em pequenos frascos de vidro contendo etanol 70° GL. Parte dos espécimes foi utilizada na montagem de lâminas temporárias com o clarificante Lactofenol de Amann para o estudo da morfologia e posterior identificação destes parasitos. Ao final deste processo, todos os espécimes foram armazenados novamente nos respectivos frascos com etanol 70° GL.

Os Proteocefalídeos larvais foram classificados segundo Rego et al. (1999), Bush et al. (2001), Chervy (2002), Caira et al. (2014, 2017).

Os nematoides foram classificados segundo Moravec (1998).

O cistacanto de espécie não identificada, representante de Acanthocephala, foi classificado segundo Bush et al. (2001).

A classificação dos espécimes de Branchiura seguiram Castro & Schaden (1985).

O estudo dos espécimes de parasitos e sua identificação foi realizada através dos microscópios ópticos de luz Opton e Olympus BX 41. Os espécimes conservados em etanol 70° C serão preparados em lâminas permanentes para deposição na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC).

## **2.7. Fotomicrografias e Fotomacrografias**

As fotomicrografias foram obtidas através do programa DinoCapture 2.0, versão 1.3.5 acoplado ao microscópio óptico de luz Olympus BX 41 e Opton.

As fotomacrografias foram obtidas através do programa DinoCapture 2.0, versão 1.3.5 acoplado ao estereomicroscópio Olympus SZ40e com câmera digital Samsung Galaxy J2.

## **2.8. Estrutura da Comunidade Parasitária e Análise Estatística**

Os parâmetros parasitários quantificados, prevalência, intensidade e abundância, foram utilizados conforme Bush et al. (1997).

Prevalência (P) é o número total de hospedeiros infectados divididos pelo total de hospedeiros coletados. O resultado é expresso em porcentagem.

Intensidade (I) é o número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito que ocorrem em um hospedeiro apenas. Intensidade média (IM) representa o total de espécimes de parasitos, de uma determinada espécie, dividido pelo total de hospedeiros parasitados por tal espécie.

Abundância (A) é o número total de espécimes de uma determinada espécie de parasito em todos os hospedeiros examinados (parasitado ou não parasitado). A abundância média (AM) é o número total de espécimes de uma determinada espécie de parasito em todos os hospedeiros parasitados por tal espécie, dividido pelo total de hospedeiros examinados.

Os testes estatísticos realizados para análise dos parâmetros parasitários e os dados biométricos dos hospedeiros só foram realizados para as espécies de parasitos que apresentaram prevalência igual ou superior a 10%, seguindo a recomendação de Bush et al. (1990). Os testes estatísticos foram realizados com o programa computacional, GraphPad InStat 3 e a normalidade dos dados foi previamente verificada através do teste Kolmogorov-Smirnov.

O teste *t* de Student foi aplicado para a comparação do comprimento padrão e do peso entre os hospedeiros machos e fêmeas.

O teste do Qui-quadrado ( $X^2$ ) com correção de Yates e o teste exato de Fisher ( $Rr$ ) com tabela de contingência 2 x 2, avaliaram a prevalência dos parasitos em relação aos hospedeiros machos e fêmeas; o teste ( $U$ ) de Mann-Whitney com aproximação normal ( $Z$ ) foi utilizado para avaliar a intensidade e a abundância parasitárias em relação ao sexo dos hospedeiros.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi utilizado para avaliar a prevalência parasitária com prévia transformação angular dos dados (arco-seno) em relação às classes de tamanho dos hospedeiros estimadas pela fórmula de Sturges (STURGES, 1926); o coeficiente de correlação por postos de Spearman ( $r_s$ ) foi utilizado para avaliar a intensidade e a abundância parasitárias em relação ao tamanho dos hospedeiros.

As análises estatísticas aplicadas às infrapopulações e a comunidade parasitária seguiram Zar (1996). O nível de significância estatístico adotado foi  $p < 0,05$ . O índice de dispersão (ID) foi calculado para cada espécie na amostra de hospedeiros; a estatística  $d$  foi utilizada para testar ID, sendo a distribuição considerada ao acaso quando  $d < 1,96$  e agregada quando  $d > 1,96$ .

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Taxonomia, classificação e resenha ecológica dos parasitos de *Brycon orthotaenia* Günther 1864, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Domínio Eukaryota Chatton, 1925

Reino Animalia Linnaeus, 1758

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cestoda Rudolphi, 1808

Subclasse Cercomeromorphae Bychowsky, 1937

Infraclasse Cestodaria Monticelli, 1891

Coorte Cestoidea Rudolphi, 1808

Subcoorte Eucestoda Southwell, 1930

Ordem Onchoproteocephalidea Caira, Jensen, Waeschenbach, Olson & Littlewood, 2014

Família Proteocephalidae La Rue, 1911

**Plerocercoides de espécie não identificada**

(Figura 7)

#### **Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** larva

**Prevalência:** 52,63 %

**Intensidade média:** 10,5

**Abundância média:** 5,53

**Local de infecção:** cavidade celomática, cecos intestinais, intestino anterior, médio e posterior, estômago, vesícula gasosa e fígado.

#### **Comentários:**

Os membros da Classe Cestoda são endoparasitos hermafroditas e são encontrados frequentemente em peixes. A patologia causada por estes platelmintos nos peixes varia consideravelmente de acordo com o sítio e intensidade de infecção, e o grupo de hospedeiro. Quando

estão no estágio adulto, estes parasitos podem ocasionar perfurações na parede intestinal do hospedeiro, lesões na camada serosa intestinal, oclusão total ou parcial do intestino, podem interferir no metabolismo e nutrição do hospedeiro, entre outros (EIRAS et al., 2010).

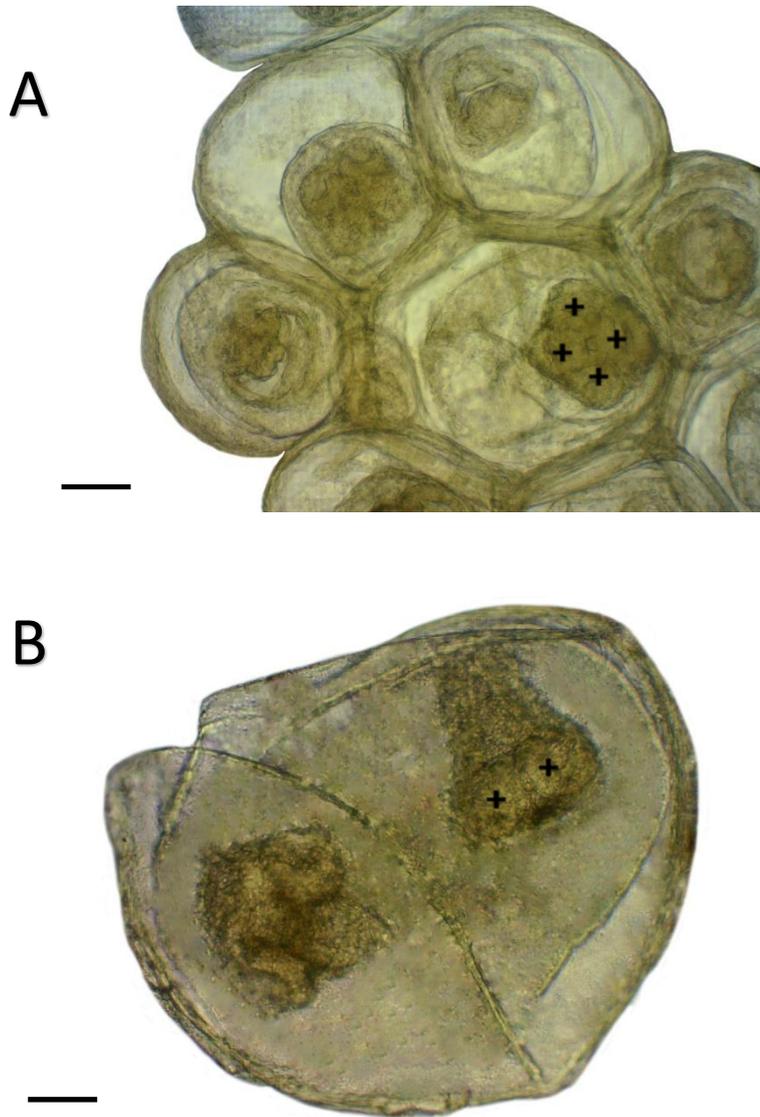
Nos eucestoides, o corpo é dividido em três regiões: escólice, pescoço e estróbilo (formado por proglótides ao longo do desenvolvimento do parasito). O escólice é uma estrutura de fixação, localizada na região anterior do corpo, que possui uma grande importância taxonômica (GOATER et al., 2014). As estruturas de fixação presentes no escólice variam de acordo com o grupo de parasito, podendo estas ser ventosas, ganchos, elementos glandulares, bótrias ou botrídeas (EIRAS et al., 2010).

O ciclo de vida dos eucestoides é heteroxeno e os peixes podem servir como hospedeiros intermediários, definitivos ou paratênicos. Os ovos são liberados no ambiente, seja de forma individual ou junto com a proglótide. Após a ingestão do ovo, por um hospedeiro intermediário, a larva eclode do ovo e atravessa a parede intestinal, migra para a hemocele e transforma-se no primeiro estágio larval, o procercoide. Nas fases de desenvolvimento posteriores a esta, o ciclo prosseguirá de diferentes formas, de acordo com o grupo de parasito (EIRAS et al., 2010).

No rio São Francisco há registros de eucestoides da família Proteocephalidea em diversos peixes. Santos (2003) reportou *Proteocephalus* sp. no intestino de *Franciscodoras marmoratus*. Santos-Clapp & Brasil-Sato (2014) reportaram *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 e *Proteocephalus macrophalus* (Diesing, 1850) em *Cichla kelberi*. Albuquerque et al. (2016) reportaram larvas plerocercoides em *Tripurtheus guenterii* (celoma e intestino) e em *Tetragonopterus chalceus* (celoma, intestino e fígado). Também há registros destes eucestoides em *Astyanax bimaculatus*, *A. fasciatus*, *Hemigrammus marginatus*, *Moenkhausia costae* e *Orthospinus franciscenses* (ALBUQUERQUE, 2013). Sabas (2014) encontrou metacestoides em *Cephalosilurus fowleri* e plerocercoides em *Duopalatinus emarginatus* e *Pimelodus pohli*. Duarte et al. (2016) reportaram larvas plerocercoides em diversos órgãos de *Salminus hilarii*.

No presente estudo, as larvas plerocercoides foram encontradas em diversos órgãos: cavidade celomática, cecos intestinais, intestinos anterior, médio e posterior, estômago, vesícula gasosa e fígado. Todos os espécimes estavam encistados, estando alguns aglomerados, formando uma massa e outros estavam individualizados.

Neste estudo, as larvas de plerocercoides de Proteocephalidea foram registradas pela primeira vez em *B. orthotaenia* do alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil



**Figura 7.** Plerocercoides de espécie não identificada representante de Proteocephalídea de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécimes em preparações temporárias com Lactofenol de Aman. (A) Massa de plerocercoides encistados, escala = 0,05 mm; (B) Dois indivíduos encistados, +: Ventosas, Escala 0,2 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Filo Nematoda (Rudolphi, 1808) Lankester, 1877

Classe Secernentea von Linstow, 1905

Ordem Ascarida Skrjabin & Schulz, 1940

Superfamília Ascaridoidea Railliet & Henry, 1915

Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912

*Hysterothylacium* Ward & Magath, 1917

***Hysterothylacium* sp.**

**(Figura 8)**

**Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** larva

**Prevalência:** 15,78 %

**Intensidade média:** 1,83

**Abundância média:** 0,29

**Local de infecção:** cavidade celomática, intestino posterior e cecos intestinais.

**Comentários:**

Os espécimes adultos de *Hysterothylacium* são encontrados especialmente nos peixes marinhos, podendo ocorrer em peixes de água doce. As larvas são encontradas frequentemente na musculatura, cavidade abdominal e camada serosa que reveste órgãos internos distintos (MORAVEC, 1998). No presente estudo foram encontrados espécimes larvais desencistados nos cecos intestinais, cavidade celomática e intestino posterior.

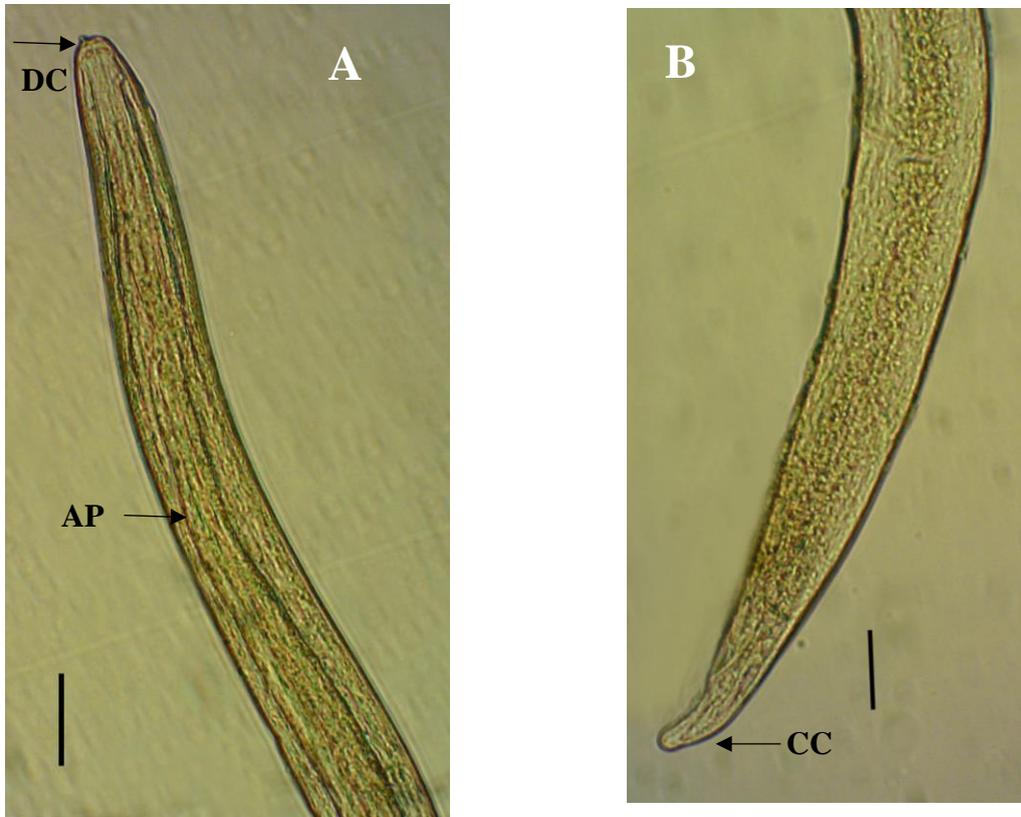
O ciclo de vida de *Hysterothylacium* é pouco conhecido. Os ovos passam pelas fezes do hospedeiro definitivo e embrionam para segundo estágio, onde as larvas eclodem e mantêm a cutícula do primeiro estágio. As larvas são ingeridas por um invertebrado (hospedeiro intermediário), no qual se libertam da cutícula e invadem a hemocele. O desenvolvimento do terceiro estágio ocorre em invertebrados e os vermes tem dois possíveis caminhos a seguir: são transferidos para os tecidos do hospedeiro paratênico e posteriormente são ingeridos pelo hospedeiro definitivo, ou, são encaminhados

diretamente para o hospedeiro definitivo, onde ocorrerá a maturação (estágio adulto) (ANDERSON, 1992).

Os integrantes deste gênero apresentam um apêndice ventricular longo localizado na região posterior do corpo e ceco intestinal curto; cabeça provida de dente cefálico; possuem uma cauda cônica e arredondada (MORAVEC, 1998). No presente estudo, foi possível a visualização do dente cefálico em alguns espécimes larvais. Em todas as larvas foi possível a visualização do apêndice ventricular longo e cauda cônica.

Larvas de *Hysterothylacium* sp. foram relatadas na bacia do Rio Paraná, Brasil (Rio Paraná – Foz do Iguaçu e no reservatório da usina hidrelétrica de Itaipú – Foz do Iguaçu) (MORAVEC et al., 1993a) em *Galeocharax kneri*, *Rhaphidon vulpinus*, *Salminus maxillosus* (= *S. Brasiliensis*), *Hypophthalmus edentatus*, *Pterodoras granulosus*, *Loricariichthys* sp., *Plasgioscion squamosissimus* e *Crenicichla lepidota* (MORAVEC, 1998). No reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, há registros destas larvas em *P. piraya*, *S. Brandtii* (SANTOS, 2008); *Cichla kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); *P. argenteus* (MONTEIRO, 2011); *C. conirostris*, *D. emarginatus* (SABAS, 2014); *P. pohli* (SABAS & BRASIL-SATO, 2014); *Hoplias intermedius* e *H. malabaricus* (COSTA, 2015); *Salminus hilarii* (DUARTE et al., 2016); *T. guentheri* e *T. chalceus* (ALBUQUERQUE et al. 2016).

Este estudo constitui o primeiro registro de *Hysterothylacium* sp. em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 8.** *Hysterothylacium* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade Anterior - DC: dente cefálico, AV: apêndice ventricular (B) Região posterior - CC: cauda cônica, Escala = 0,05 mm. Fonte: Caroline Calvario.

*Contracaecum* sp. Tipo 2

(Figura 9)

**Resenha ecológica:**

**Fase do ciclo de vida:** larva

**Prevalência:** 23,68%

**Intensidade média:** 4,22

**Abundância média:** 1

**Local de infecção:** cecos intestinais, cavidade celomática, estômago, vesícula gasosa e fígado.

**Comentários:**

As larvas integrantes deste gênero são comumente encontradas nos órgãos internos de peixes, os quais podem atuar como hospedeiros intermediários ou hospedeiros paratênicos (MORAVEC, 1998).

Os ovos são liberados através das fezes do hospedeiro definitivo (aves piscívoras e mamíferos associados a água doce, salobra e do mar) e são ingeridos por invertebrados, especialmente copépodes. As larvas eclodem no intestino destes e invadem a hemocele. Os peixes que predam estes invertebrados infectados atuam servindo como hospedeiros intermediários. As larvas atingem o terceiro estágio e ficam encapsuladas no mesentério destes peixes (ANDERSON, 1992).

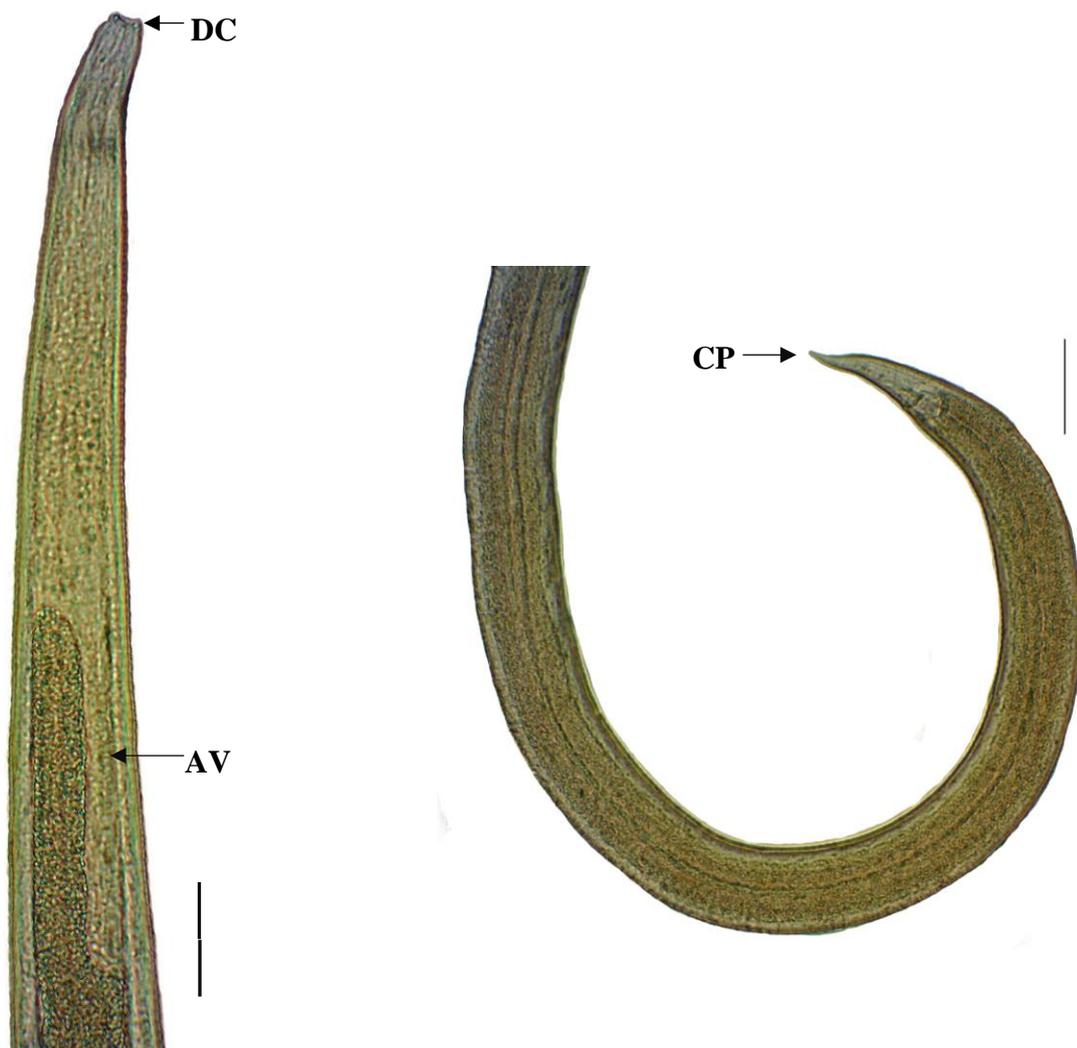
Os espécimes deste gênero possuem estriações transversais ao longo do corpo, sendo estas mais nítidas nas extremidades; apresentam uma cabeça arredondada e dotada de um dente cuticular ventral; o apêndice ventricular é curto e o ceco intestinal é bem longo; cauda cônica (MORAVEC, 1998).

Larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 2 foram encontradas em peixes do Brasil (bacia do rio Paraná), Argentina (bacia do rio Paraná), Venezuela (bacia do rio Suripá), Cuba e no sul do México (BARUS & MORAVEC, 1967; FÁBIO, 1982; MORAVEC et al., 1993a; MORAVEC et al., 1995; RAMALLO & TORRES, 1995; MORAVEC et al., 1997).

No rio São Francisco, larvas de *Contracaecum* sp. foram registradas em *S. hilarii*, *A. fasciatus*, *T. chalceus*, *Acestrorhynchus britskii*, *A. lacustris*, *Serrasalmus brandtii*, *Hoplias lacerdae*, *Leporinus teaniatus*, *L. piau*, *Curimatella lepidura*, *Pimelodus maculatus* (MOREIRA, 1994); *P. corruscans* e *Salminus brasiliensis* (BRASIL-SATO, 2003); *Pygocentrus piraya* (SANTOS, 2008); *C. kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); *A. bimaculatus*, *Bryconops affinis*, *H. marginatus*, *M.*

*costae* e *O. franciscenses* (ALBUQUERQUE, 2013); *C. conirostris*, *D. emarginatus* e *C. fowleri* (SABAS, 2014); *P. pohli* (SABAS & BRASIL-SATO, 2014); *H. intermedius* e *H. malabaricus* (COSTA, 2015); *S. hilarii* (DUARTE et al., 2016) *T. guentheri*, *T. chalceus* (ALBUQUERQUE et al., 2016).

Este é o primeiro registro de *Contracaecum* sp. em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 9.** *Contracaecum* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior – DC: dente cefálico, AP: apêndice ventricular, Escala = 0,04 mm (B) Extremidade posterior - CP: cauda pontiaguda, Escala = 0,04 mm. Fonte: Caroline Calvario.

*Goezia* Zeder, 1800

***Goezia* sp.**

**(Figura 10)**

### **Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** juvenil

**Prevalência:** 5,26%

**Intensidade média:** 2

**Abundância média:** 0,11

**Local de infecção:** intestino anterior e estômago.

### **Comentários:**

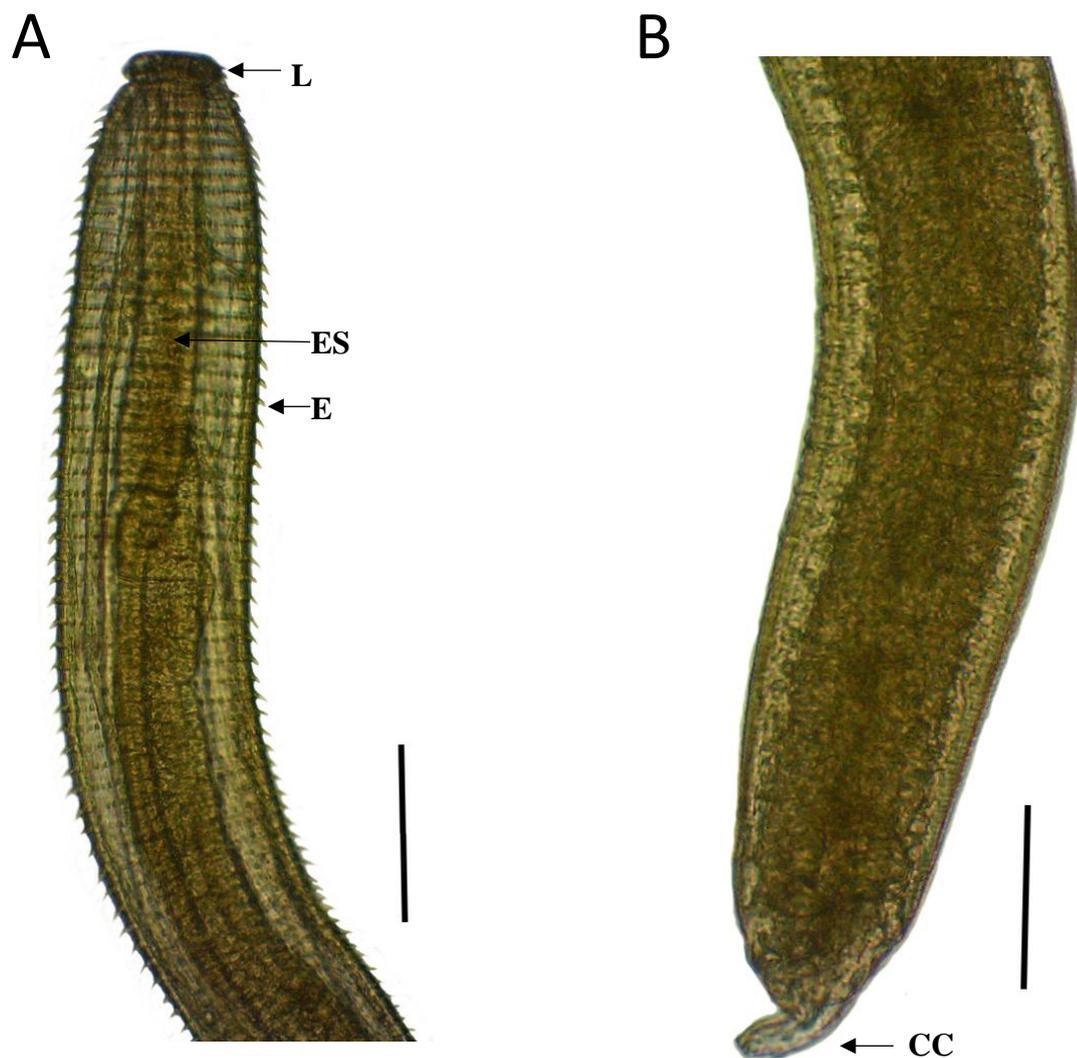
O ciclo de vida dos nematoides deste gênero é pouco conhecido, mas pressupõe-se que estes parasitos se desenvolvem em copépodes (hospedeiros intermediários) e em diversos peixes forrageiros que serviriam provavelmente como hospedeiros paratênicos das larvas (MORAVEC, 1998).

Os representantes deste grupo possuem uma cutícula dotada de fileiras transversais de espinhos; apresentam lábios; esôfago longo provido de ventrículo; cauda cônica (MORAVEC, 1998).

Na região Neotropical, são conhecidas cinco espécies do gênero *Goezia*: *G. brevicaeca*, *G. intermedia*, *G. spinulosa*, *G. brasiliensis* e *G. nonipapillata* (MORAVEC, 1998).

Na bacia do rio Paraná, Brasil, foram reportadas larvas de *Goezia* sp. em *Mylossoma orbibnyanus* (= *M. duriventre*), *Rhaphiodon vulpinus*, *Serrasalmus marginatus*, *Ageneiosus valenciennesi* e *Parauchenipterus galeatus* (MORAVEC et al., 1993a, 1994). Nos peixes do alto rio São Francisco, há registros de larvas de *Goezia* sp. em *P. maculatus* (BRASIL-SATO, 1999, 2003); *P. piraya*, *S. brandtii* (SANTOS, 2008); *C. kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); em *L. reinhardt* foi registrado um espécime fêmea de *G. brasiliensis* (MARTINS, 2012); *A. bimaculatus* e *A. fasciatus* (ALBUQUERQUE, 2013). Sabas (2014) reportou *G. brevicaeca* em *C. fowleri*. Albuquerque et al., (2016) reportaram *Goezia* sp. em *T. guentheri* e em *T. chalceus*. Em *S. hilarii* ocorreram espécimes adultos e larvais de *Goezia* sp. (DUARTE et al., 2016).

O presente trabalho constitui o primeiro registro de *Goezia* sp. em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 10.** *Goezia* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto Rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior - L: lábios, E: espinhos, ES: esôfago, Escala = 0,10 mm; (B) – Extremidade posterior - CC: cauda cônica, Escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Superfamília Camallanoidea Railliet & Henry, 1915

Família Camallanidae Railliet & Henry, 1915

Subfamília Procamallaninae Yeh, 1960

*Procamallanus* Baylis, 1923

*Spirocamallanus* Olsen, 1952

***Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Perreira, 1928**

(Figura 11)

### Resenha ecológica

**Fase do ciclo de vida:** adulto e larva

**Prevalência:** 2,63 % (larva), 39,47 % (adulto) e 42,12% (total)

**Intensidade média:** 1 (larva), 2,13 (adulto) e 2,06 (total)

**Abundância média:** 0,03 (larva), 0,84 (adulto) e 0,87 (total)

**Local de infecção:** cavidade celomática, cecos intestinais, intestino anterior e intestino médio.

### Comentários:

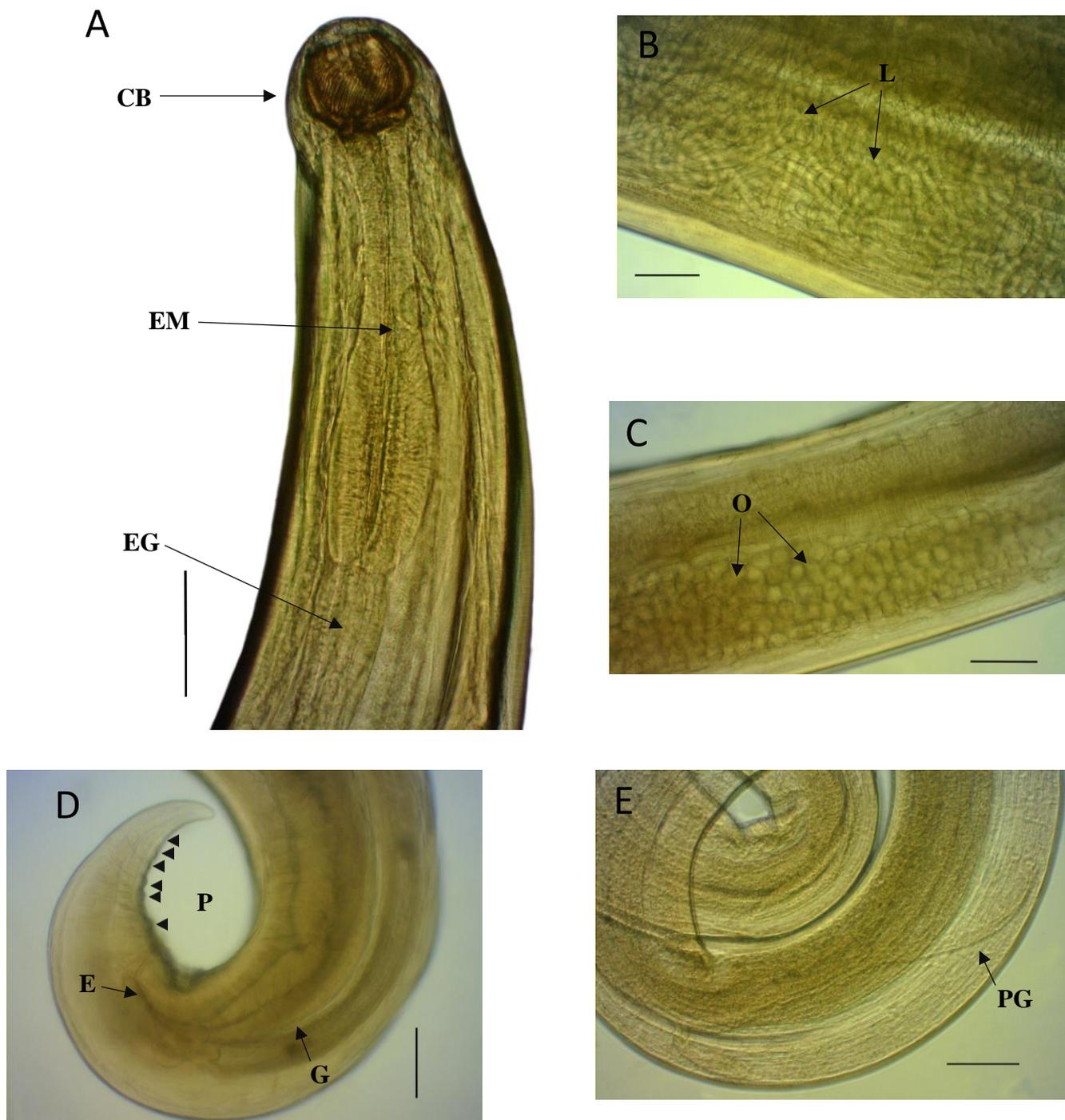
São parasitos de estômago e intestino de peixes e anfíbios. O ciclo de vida de *P. inopinatus* não é muito estudado, mas são ovovivíparos. Estes camalanídeos apresentam uma cápsula bucal bem desenvolvida, apresentando espiras transversais; possuem anel basal bem desenvolvido; esôfago muscular e esôfago glandular, sendo o muscular mais curto; par de derídios laterais localizados próximo ao anel nervoso (MORAVEC, 1998).

*Procamallanus inopinatus* é, principalmente, um parasito que ocorre em peixes caracídeos, mas também há registros deles em outros grupos de peixes (MORAVEC, 1998). No Brasil, espécimes de *P. inopinatus* já foram registrados por Travassos et al. (1928), Pinto e Noronha (1976), Pinto et al. (1974), Kohn et al. (1985, 2011), Brasil-Sato (2003), Feltran et al. (2004), Takemoto et al. (2009), inclusive em *B. amazonicus*, *B. cephalus*, *B. falcatus*, *B. hilarii* e *B. orhtotaenia* (como *B. lundii*), além do registro de *Procamallanus* sp. em *B. insignis* conforme Tabela I. Segundo Eiras et al. (2010), *P. inopinatus* foi reportado em diversos peixes de água doce no Brasil. Tais peixes são: *Acestrorhynchus falcatus*, *Ageneiosus brevifilis* (= *A. inermis*), *Astronotus ocellatus*, *Astyanax bimaculatus*, *A. lacustris*, *A.*

*shubarti*, *Astyanax fasciatus*, *Astyanax* sp., *Brycon breviceauda* (= *B. falcatus*), *B. erythropterum* (= *B. cephalus*), *B. hilarii*, *B. lundii* (= *B. orthotaenia*), *Brycon* sp., *Calophysus macropterus*, *Charax gibbosus*, *Cichla kelberi*, *Crenicichla haroldoi*, *Cynopotamus humeralis* (= *G. humeralis*), *Hoplias malabaricus*, *Leporellus vittatus*, *Leporinus copelandii*, *L. elongatus*, *L. fasciatus*, *L. friderici*, *L. lacustris*, *L. obtusidens*, *L. octofasciatus*, *L. piau*, *L. reinhardti*, *L. striatus*, *L. taeniatus*, *Leporinus* sp., *Metynnis lippincottianus*, *Myleus schomburgkii*, *Myloplus asterias*, *Potamotrygon motoro*, *Pterodoras granulosus*, *Pygocentrus nattereri*, *Pygocentrus* sp., *Salminus hilarii*, *S. maxillosus* (= *Salminus hilarii*), *Schizodon borellii*, *S. knerii*, *S. nasutus*, *Serrassalmus brandtii*, *S. gouldingi*, *S. manueli*, *S. maculatus*, *S. marginatus*, *Trachydoras paraguayensis*, *Triportheus paranensis*.

No rio São Francisco, larvas de *Procamallanus* spp. foram registradas em peixes caracídeos (*A. fasciatus*, *A. bimaculatus*, *B. affinis*, *H. marginatus*, *M. costae*, *O. franciscensis*, *T. guentheri* e *T. chalceus*), anostomídeos (*Leporinus* spp.) e pimelodídeos (*C. conirostris*, *D. emarginatus* e *P. pohli*) (BRASIL-SATO; SANTOS, 2005; ALBUQUERQUE, 2013; MENEZES et al., 2011; MARTINS, 2012; SABAS, 2014; ALBUQUERQUE et al., 2016); Espécimes adultos de *P. inopinatus* foram registrados em *C. kelberi*, *Colossoma macropomum*, *L. reinhardti*, *M. lippincottianus*, *P. piraya*, *S. hilarii*, *S. brandtii*, *S. knerii* (BRASIL-SATO, 2003; SANTOS, 2008; MARTINS, 2012; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014; ALMEIDA-BERTO et al., 2018; DUARTE et al., 2016).

Este estudo constitui o primeiro registro de *Procamallanus inopinatus* em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 11.** *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Perreira, 1928 de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécimes em preparações temporárias com Lactofenol de Amann. (A-C) Fêmea adulta (A) Extremidade anterior - CB: cápsula bucal, EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular; (B) Região mediana - L: larvas; (C) Região mediana - O: ovos; (D) Extremidade posterior de um espécime macho - E: espículo, ◄ : papilas, G: glândula associada ao espículo; (E) Larva L4 - PG: primórdio genital, Escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Superfamília Gnathostomatoidea Railliet, 1895

Família Gnathostomatidae Railliet, 1895

*Spiroxys* Schneider, 1866

*Spiroxys* sp.

(Figura 12)

### Resenha ecológica

**Fase do ciclo de vida:** larva

**Prevalência:** 10,53%

**Intensidade média:** 1,25

**Abundância média:** 0,13

**Local de infecção:** cavidade celomática.

### Comentários:

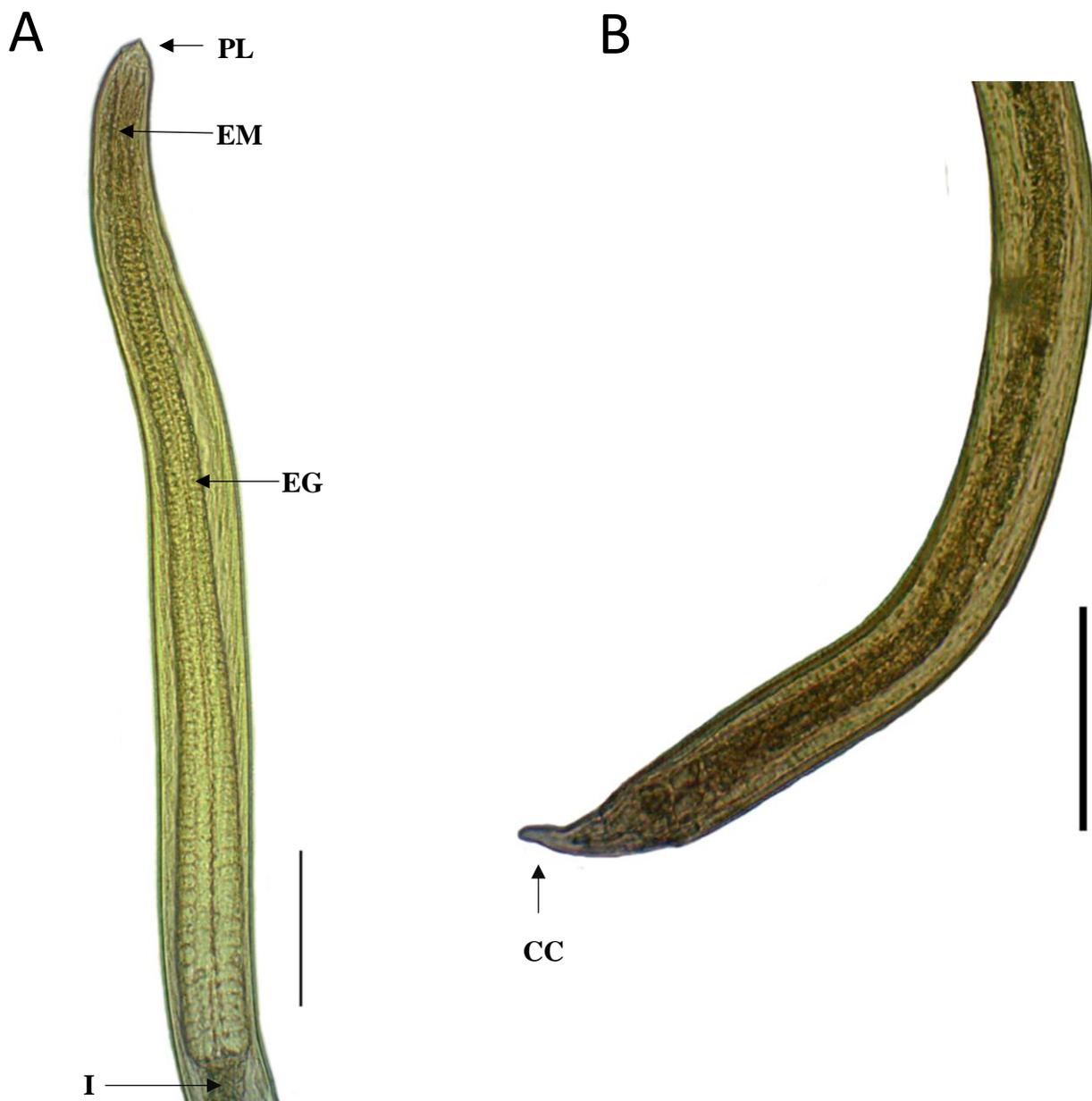
Os nematoides do gênero *Spiroxys* parasitam cágados na América do Norte e Central. Os peixes de água doce atuam como hospedeiros paratênicos (MORAVEC, 1998). Segundo Moravec (1998), as larvas de *Spiroxys* encontradas em peixes, podem ser espécimes de *S. contortus*.

Os membros deste gênero apresentam uma boca com pseudolábios triangulares, situados nas laterais; esôfago muscular estreito e esôfago glandular longo e mais largo; cauda cônica (MORAVEC, 1998).

Larvas de *Spiroxys* sp. foram reportadas em *Cichlasoma cyanoguttatum* (= *Herichthys cyanoguttatus*), *C. fenestratum* (= *Vieja fenestrata*), *C. meeki*, *C. motaguense* (= *Parachromis motaguensis*), *C. nigrofasciatum* (= *A. nigrofasciata*), *C. passionis* (= *Thorichthys passionis*), *C. tetracanthus* (= *Nandopsis tetracanthus*), *C. urophthalmus*, *Cichlasoma* sp., *Oreochromis niloticus*, *Micropterus salmoides*, *Poecilia mexicana*, *P. velifera*, *Poecilia* sp., *Allophorus robustus*, *Goodea atripinnis*, *Neophorus diazi* (= *A. diazi*), *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. jordani*, *Poblana alchichica*, *Astyanax fasciatus*, *Algansea lacustris*, *Cyprinus carpio* (MORAVEC, 1998). Mendonza et al. (2004) registraram de larvas de *Spiroxys* sp. em *Dormitator maculatus* de Alvarado, Veracruz, México e devido a baixa prevalência destas larvas nos hospedeiros, *D. maculatus* foi considerado como hospedeiro paratênico.

Há registros de larvas de *Spiroxys* sp no alto rio São Francisco, em *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. Kelberi* (SANTOS et al., 2009); *L. obtusidens* e *L. piau* (MARTINS, 2012); *A. bimaculatus*, *A. fasciatus*, *B. affinis*, *H. marginatus*, *M. costae* e *O. franciscensis* (ALBUQUERQUE, 2013; MENEZES, 2013); *C. kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); *H. intermedius* (COSTA, 2015); *S. hilarii* (DUARTE et al., 2016); *T. chalceus* e em *T. guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016). Estas larvas também foram registradas no rio Baía, Mato Grosso do Sul, em *Gymnotus* spp (ISAAC et al., 2004).

Este estudo é o primeiro registro de *Spiroxys* sp. em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 12.** *Spiroxys* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior - PL: pseudolábios, EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular, I: intestino; (B) extremidade posterior - CC: cauda cônica, escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Subclasse Adenophorea Linstow, 1905

Superfamília Trichuroidea Railliet, 1916

Família Capillariidae Railliet, 1915

Espécie não identificada

**(Figura 13)**

**Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** adulto

**Prevalência:** 2,63 %

**Intensidade média:** 6

**Abundância média:** 0,16

**Local de infecção:** estômago.

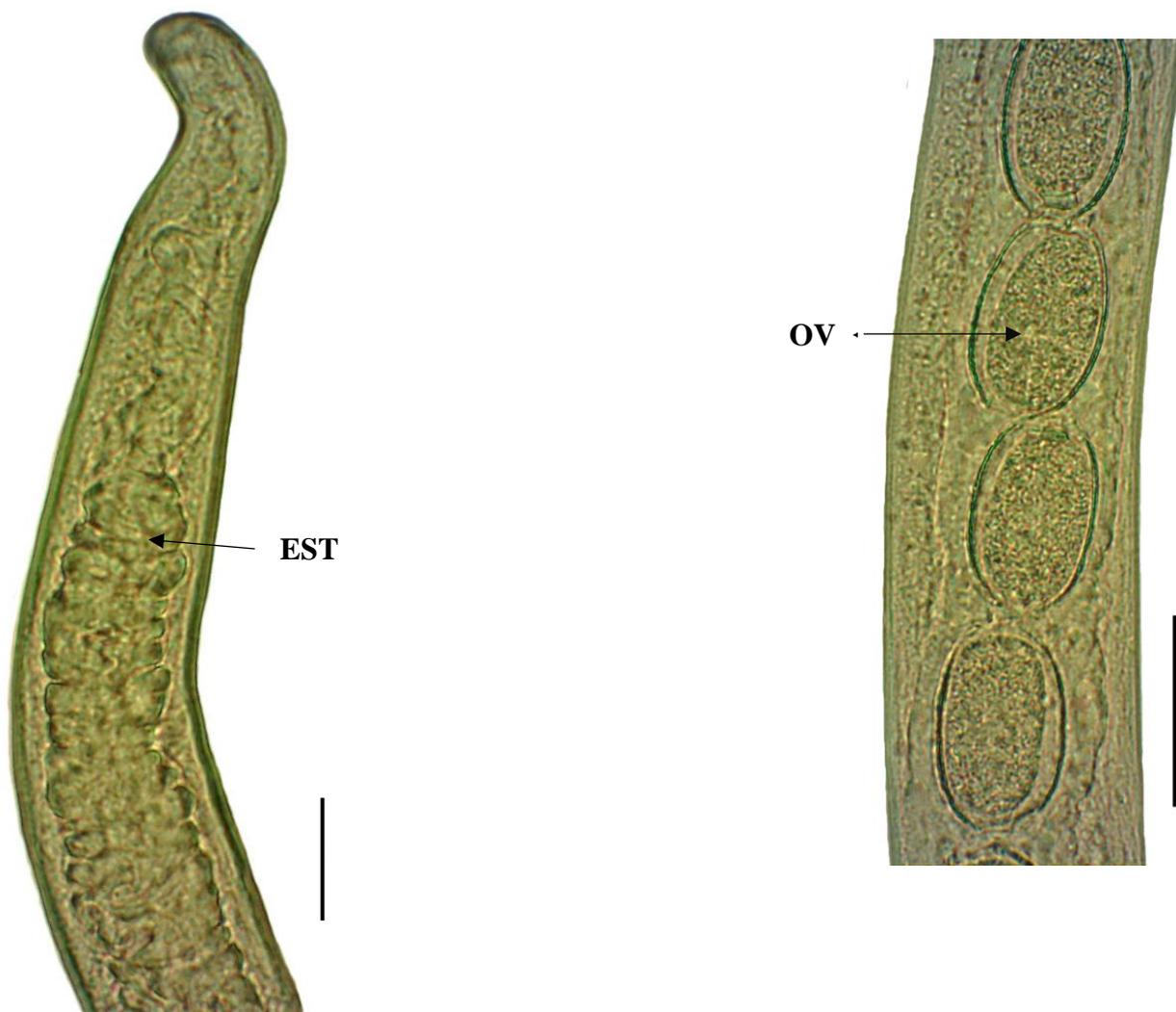
**Comentários:**

Os representantes da família Capillariidae são parasitos de animais vertebrados, tanto os pecilotérmicos quanto os homeotérmicos, e podem ocorrer em vários órgãos. O ciclo de vida destes helmintos pode ser monóxeno ou heteróxeno. Quando há um hospedeiro intermediário, estes geralmente são anelídeos. Os nematóides desta família, que ocorrem em peixes de água doce na região Neotropical, estão inseridos em seis gêneros: *Schulmanella* Ivashkin, 1964, *Capillaria* Zeder, 1800, *Freitascapillaria* Moravec, 1982, *Pseudocapillaria* Freitas, 1959, *Paracapillaria* Mendonça, 1963 e *Capillostrongyloides* Freitas & Lent, 1935 (MORAVEC, 1998).

Os machos desta família possuem características diagnósticas extremamente importantes para a identificação de gênero e espécie. Portanto, no presente estudo, não foi possível realizar a identificação, a nível de gênero, destes parasitos, pois só foram encontrados espécimes fêmeas em um único peixe.

De acordo com Luque et al. (2011) foram encontrados espécimes adultos, não identificados, de Capillariidae em *P. corruscans*, *Gymnotus carapo*, *Hoplosternum littorale* e *Rhamdia quelen*, no Brasil.

Este estudo constitui o primeiro registro de Capillariidae em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas gerais, Brasil.



**Figura 13.** Espécime fêmea de espécie não identificada, representante de Capillariidae de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) extremidade anterior - EST: esticossoma, escala = 0,02 mm; (B) região mediana evidenciando os ovos – OV: Ovos, escala = 0,04 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Superfamília Thelazioidea Sobolev, 1949

Família Rhabdochonidae Travassos, Artigas et Pereira, 1928

Gênero Rhabdochona Railliet, 1916

***Rhabdochona* sp.**

**(Figura 14)**

### **Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** larva

**Prevalência:** 7,89 %

**Intensidade média:** 3

**Abundância média:** 0,24

**Local de infecção:** cavidade celomática, cecos intestinais, intestino anterior e intestino médio.

### **Comentários:**

As espécies deste gênero são parasitos intestinais de peixes de água doce e tem como hospedeiros intermediários insetos aquáticos (MORAVEC, 1998).

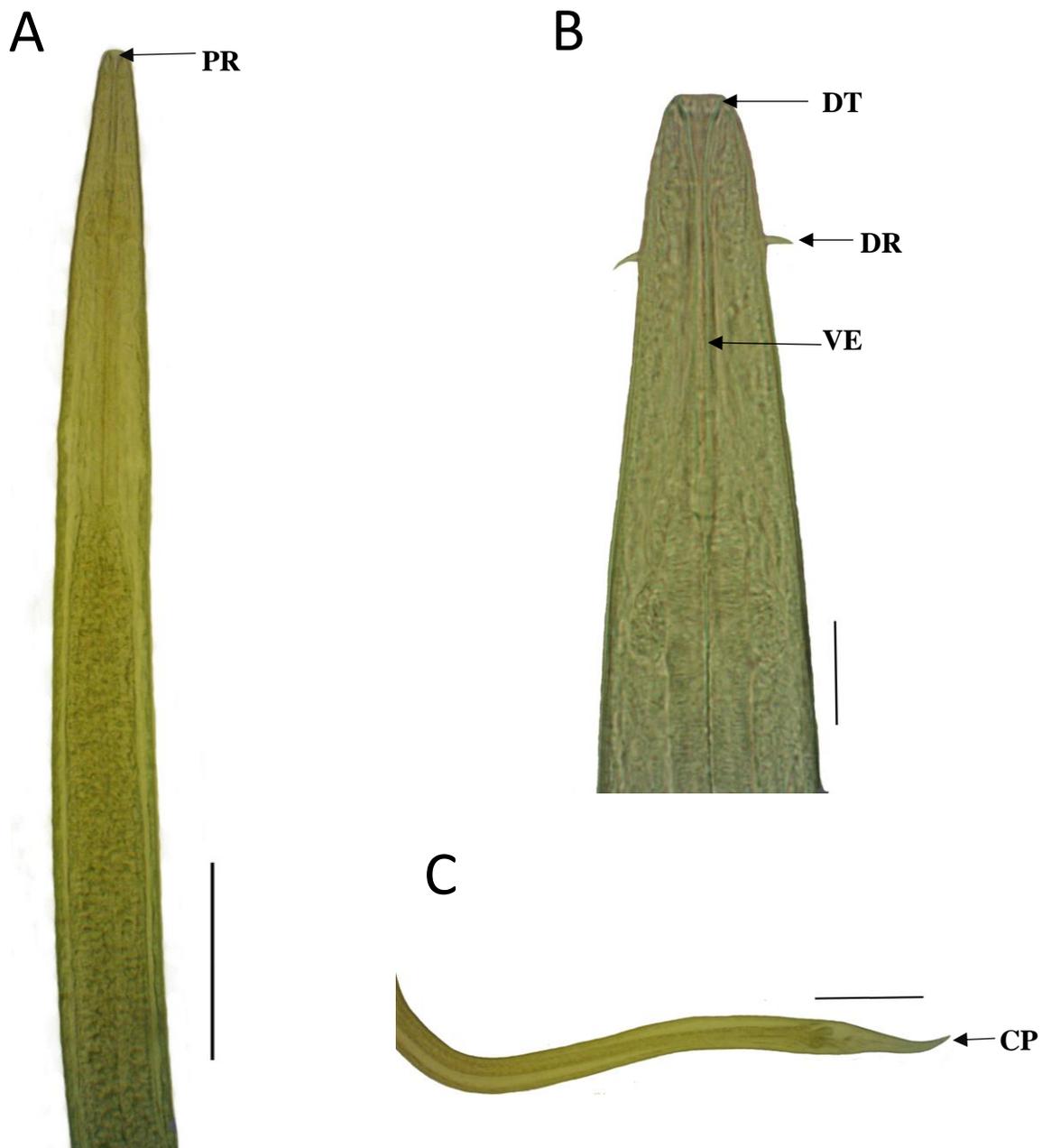
*Rhabdochona* spp. apresentam prostômio em forma de funil, relativamente curto, com espinhos longitudinais terminando em dentes; possuem vestíbulo; derídios bem desenvolvidos e simples (MORAVEC, 1998).

No alto rio São Francisco, MG, Brasil, Santos-Clapp & Brasil-Sato (2014) encontraram apenas um espécime fêmea de *Rhabdochona acuminata* em *C. kelberi* e por isto esse parasitismo foi sugerido como acidental. Costa et al. (2011) registraram pela primeira vez a ocorrência de espécimes adultos de *R. acuminata* em *A. britskii* e *A. lacustris*. Duarte et al. (2016) encontraram dois espécimes adultos de *R. acuminata* em *S. hilarii*. Devido à baixa prevalência e abundância deste parasito, o parasitismo em *Salminus hilarii*, do reservatório de Três Marias, também foi considerado acidental.

No mesmo rio, foram registrados espécimes larvais de *Rhabdochona* sp. em; *L. piau* e *S. knerii* (MARTINS, 2012); *A. bimaculatus*, *A. fasciatus*, *B. affinis*, *H. marginatus*, *M. costae* e *O. franciscenses* (ALBUQUERQUE, 2013); *T. chalceus* e em *T. guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016)

No rio Mogi Guaçu, SP, *Rhabdochona* sp. foi registrada em *S. brasiliensis* (MESQUITA et al. 2012).

O presente estudo constitui o primeiro registro de larvas de *Rhabdochona* sp. em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 14.** *Rhabdochona* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Espécime em preparação temporária com Lactofenol de Amann. (A) Extremidade anterior – PR: prostômio, escala = 0,10 mm, (B) Extremidade anterior - DT: dentes, DR: derídio, VE: vestíbulo, escala = 0,02 mm; (C) Extremidade posterior – CP: cauda pontiaguda, escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Ordem Oxyurida Chabaud, 1974  
Superfamília Oxyuroidea Cobold, 1864  
Família Cucullanidae Cobbold, 1864  
*Neocucullanus* Travassos, Artigas & Perreira

***Neocucullanus* sp.**

**(Figura 15)**

**Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** adulto (Macho)

**Prevalência:** 2,63 %

**Intensidade média:** 1

**Abundância média:** 0,03

**Local de infecção:** intestino posterior

**Comentários:**

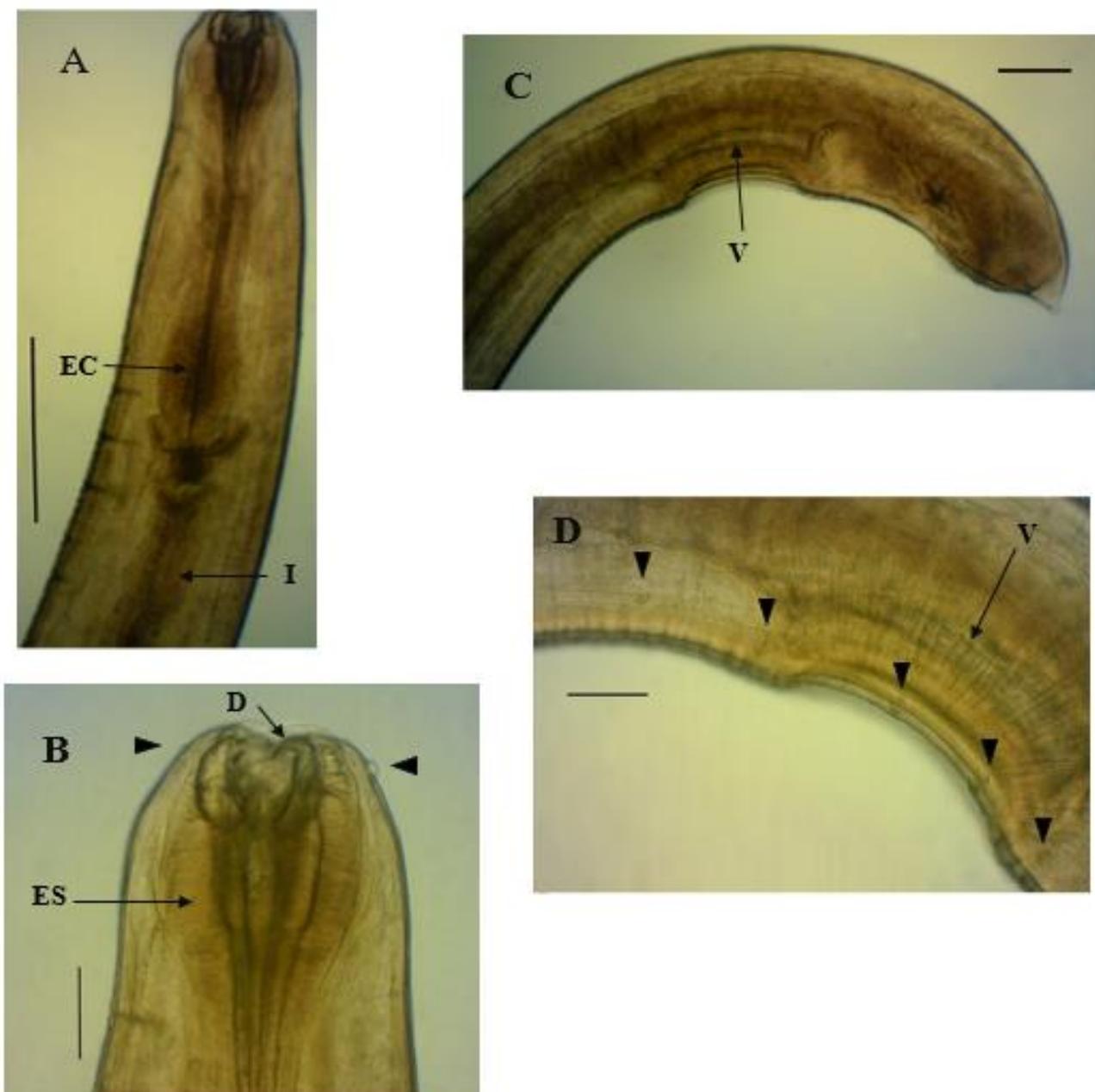
Os nematoides alocados em Cucullanidae são ovovivíparos, parasitos de peixes e já foram reportados parasitando répteis. Na região neotropical, esta família é representada por três gêneros: *Dichelyne* Jägerskiöld, 1902, *Cucullanus* Müller, 1777 e *Neocucullanus* (MORAVEC, 1998).

Os integrantes de *Neocucullanus* possuem boca dorsoventralmente alongada, cercada por uma membrana provida de dentículos; esôfago claviforme, com a extremidade anterior distendida formando uma pseudocápsula bucal; quatro papilas dispostas em círculo (mais externas), dois anfídios e seis pequenas papilas dispostas em círculo (mais internas), localizados na região anterior. Nos machos, a cauda é curta e arredondada; espículos curtos, largos e arredondados; ventosa pré-cloacal presente; papilas pré-anais numerosas (MORAVEC, 1998).

*Neocucullanus* abriga três espécies: *Neocucullanus neocucullanus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Neocucullanus multipapilatus* Petter, 1989 (Moravec, 1998) e *Neocucullanus marcelae* Ramallo, 2012 (RAMALLO, 2012). No Brasil, há registros de *N. neocucullanus* em Characidae (Cypriniformes) na bacia do rio Paraná (MORAVEC, 1998), em *S. maxilosus* (= *S. brasiliensis*), em São Paulo (RODRIGUES et al., 2002) e em *B. hilarii*, no Mato Grosso (SARAIVA et al., 2006). Foram reportados

espécimes de *N. neocucullanus* em *B. guatemalensis*, no México (CASPETA – MANDUJANO et al., 2005). Foram reportados espécimes de *N. multipapilatus* no intestino de *Brycon microlepis* (= *B. hilarii*), na bacia do rio Paraná, Brasil (PETTER, 1989). Ramallo (2012) descreveu *N. marcelae* em *Salminus brasiliensis*, na Argentina.

É a primeira vez que *Neocucullanus* sp. é registrado em *B. orthotaenia*, ampliando a sua lista de hospedeiros na América do Sul e por parasitar um peixe do reservatório de Três Marias, Minas Gerais, amplia também a sua distribuição geográfica conhecida para a bacia do Rio São Francisco, Brasil.



**Figura 15.** *Neocucullanus* sp. de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime clarificado com Lactofenol de Amann. (A) Região anterior – EC: esôfago claviforme, I: intestino. Escala = 0,4 mm (B) Região anterior - D: denticulo, ES: esôfago, ▲:papila, Escala = 0,10 mm (C) Região posterior –V: ventosa; Escala = 0,2 mm. (D) Região mediana – ▲:papila, V: ventosa; Escala: 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario.

## Filo Acanthocephala

Cistacanto (Espécie não identificada)

**(Figura 16)**

### **Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** Larval

**Prevalência:** 2,63 %

**Intensidade média:** 1

**Abundância média:** 0,03

**Local de infecção:** Estômago.

### **Comentários:**

O filo Acanthocephala é composto por endoparasitos intestinais obrigatórios. Como o nome do filo sugere (acantho = gancho; cephalo = cabeça), os parasitos deste grupo possuem uma probóscide retrátil provida de ganchos, situada na região anterior do corpo. Esta estrutura tem por função fixar o parasito adulto na parede intestinal do hospedeiro. Acantocéfalos são dioicos e o tamanho de um indivíduo adulto pode variar entre 1 mm a 60 cm de comprimento, geralmente, as fêmeas são maiores do que os machos. O corpo da maioria destes parasitos assemelha-se a um tubo alongado com extremidades afiladas (GOATER et al., 2014). Algumas espécies de Acanthocephala fixam profundamente a probóscide no tecido do hospedeiro, ficando permanentemente no mesmo local, enquanto que outras espécies mudam frequentemente o local de fixação, assim, causando múltiplas lesões na parede intestinal do hospedeiro (TARASCHEWSKI, 2008).

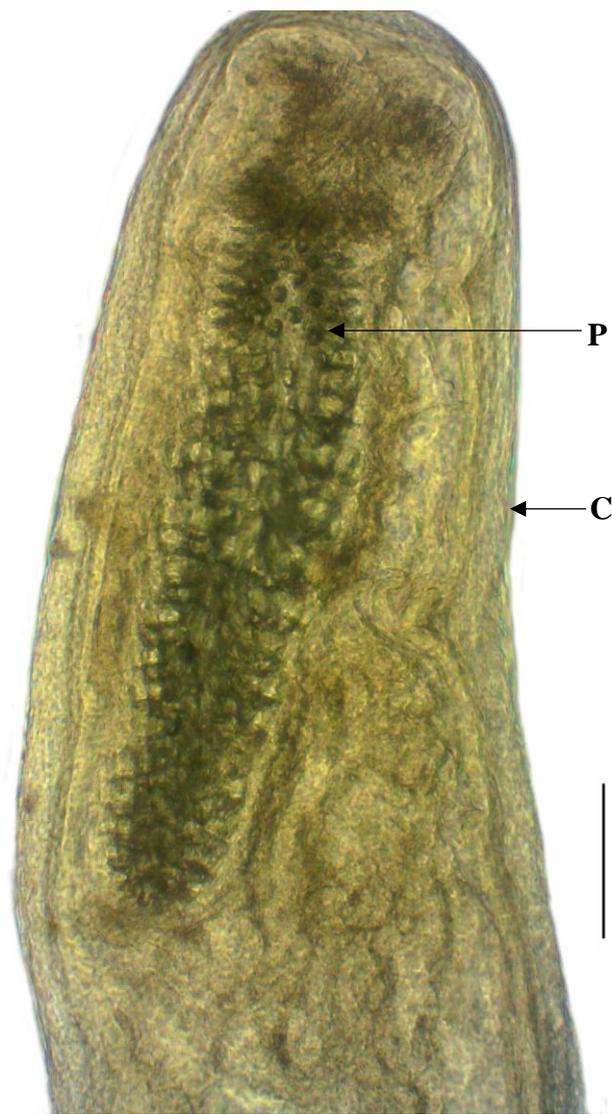
O ciclo de vida destes parasitos é heteroxeno. Os ovos são liberados no ambiente. Quando o hospedeiro intermediário (artrópode) ingere os ovos, eclodem, no tubo digestivo do hospedeiro, larvas denominadas acântor. Posteriormente, a larva acântor se transforma em acantela. A larva acantela adquire uma forma encistada, o cistacanto. A larva só se libertará do cisto se o artrópode contendo o cistacanto for ingerido pelo hospedeiro definitivo (vertebrado). Em alguns ciclos, há a presença de um hospedeiro paratênico (HNATH, 1969; AMIN & BURROWS, 1977).

De acordo com Santos et al. (2008), há registros de Acanthocephala em diversos peixes do Brasil, sendo reportadas três espécies da família Echinorhynchidae Cobbold, 1876 em *Brycon* spp:

*Echinorhynchus briconi* Machado Filho, 1959 e *Echinorhynchus gracilis* Machado Filho, 1948 em *B. hilarii* e *Echinorhynchus* sp. em *Brycon cephalus*.

Neste estudo, não foi possível alocar o espécime larval de Acanthocephala, na fase de cistacanto em nível menos elevado na classificação do grupo devido à impossibilidade de visualização de estruturas taxonômicas e diagnósticas como o número exato de fileiras de ganchos na probóscide, o número de camadas na bainha da probóscide, a forma e o número dos núcleos hipodérmicos e dos lemniscos.

Este é o primeiro registro de Acanthocephala em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 16.** Cistacanto de uma espécie não identificada, representante de Acanthocephala de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais. Espécime clarificado com Lactofenol de Amann. Região anterior do espécime, P: probóscide, C: cisto, Escala = 0,10 mm. Fonte: Caroline Calvario.

Filo Arthropoda Latreille, 1829

Classe Branchiura Thorell, 1864

Família Argulidae Leach, 1819

*Argulus* Müller, 1785

***Argulus elongatus* Heller, 1857**

**(Figura 17)**

### **Resenha ecológica**

**Fase do ciclo de vida:** Adulto

**Prevalência:** 5,26 %

**Intensidade média:** 1

**Abundância média:** 0,05

**Local de infecção:** Superfície corporal e opérculo.

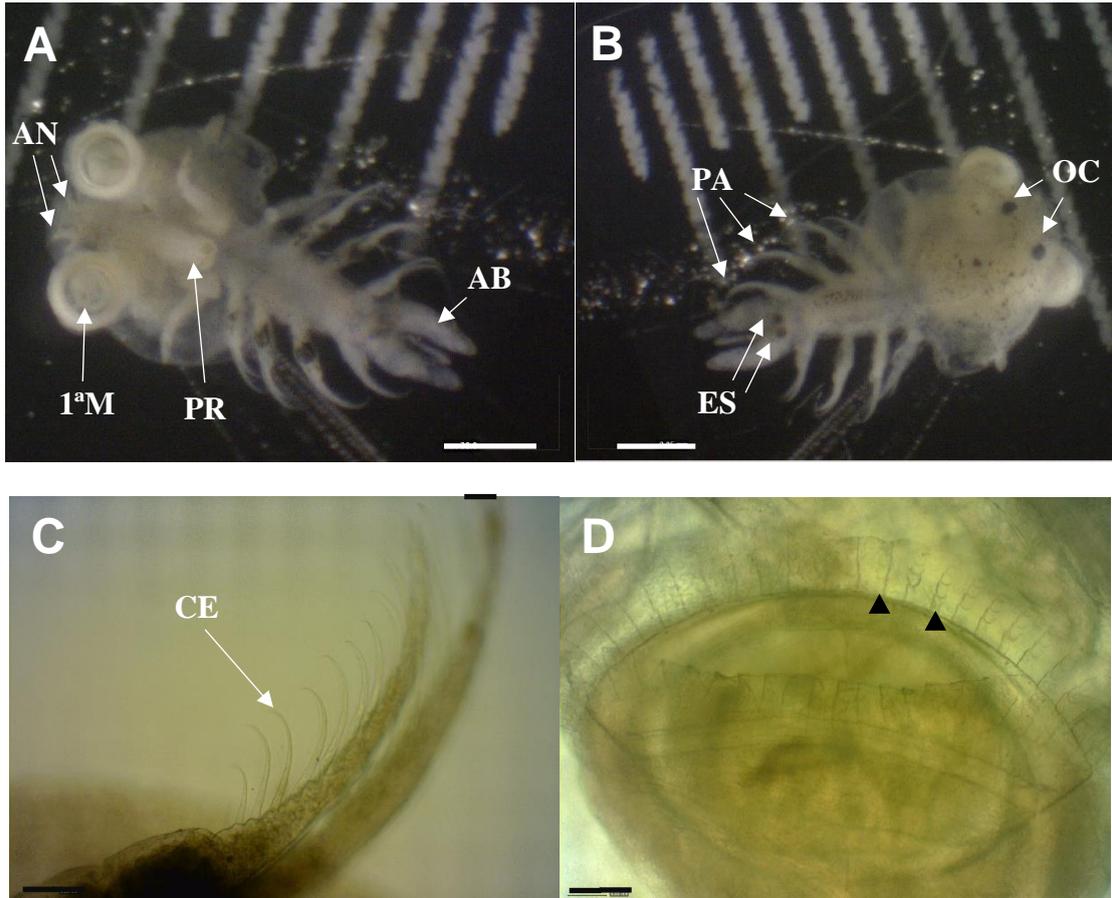
### **Comentários**

Os membros da Classe Branchiura são crustáceos parasitos de peixes marinhos e de água doce. Estes parasitos possuem um amplo escudo dorsal que excede lateralmente à cabeça e tórax de seu corpo, e se fixam ao hospedeiro através da segunda antena (que possui forma de gancho) e da primeira maxila modificada (ventosa) em *Argulus*. Para obter o alimento, argulídeos perfuram a pele do hospedeiro com um estilete pré-oral e então ingerem sangue ou fluidos teciduais através de sua boca tubular. (GOATER et al., 2014).

Segundo Luque et al., (2013) há treze espécies do gênero *Argulus* que parasitam peixes no Brasil: *Argulus amazonicus* Malta and Santos-Silva, 1986, *Argulus carteri* Cunningham, 1931, *Argulus chicomendesi* Malta and Varella, 2000, *Argulus coregoni* Thorell, 1864, *Argulus elongatus* Heller, 1857, *Argulus juparanaensis* Lemos de Castro, 1950, *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937, *Argulus nattereri* Heller, 1857, *Argulus paranaensis* Ringuélet, 1943, *Argulus paulensis* Wilson, 1924, *Argulus pestifer* Ringuélet, 1948, *Argulus salmini* Krøyer, 1863 e *Argulus spinulosus* Silva, 1980.

*Argulus elongatus* possui o primeiro par e segundo par de antenas bem desenvolvidas; ventosas com costelas radiais de sustentação; papilas abdominais; carapaça extremamente curta, deixando os três últimos pares de patas descobertos (CASTRO & SCHADEN, 1985).

Este estudo constitui o primeiro registro de *A. elongatus* em *B. orthotaenia* do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

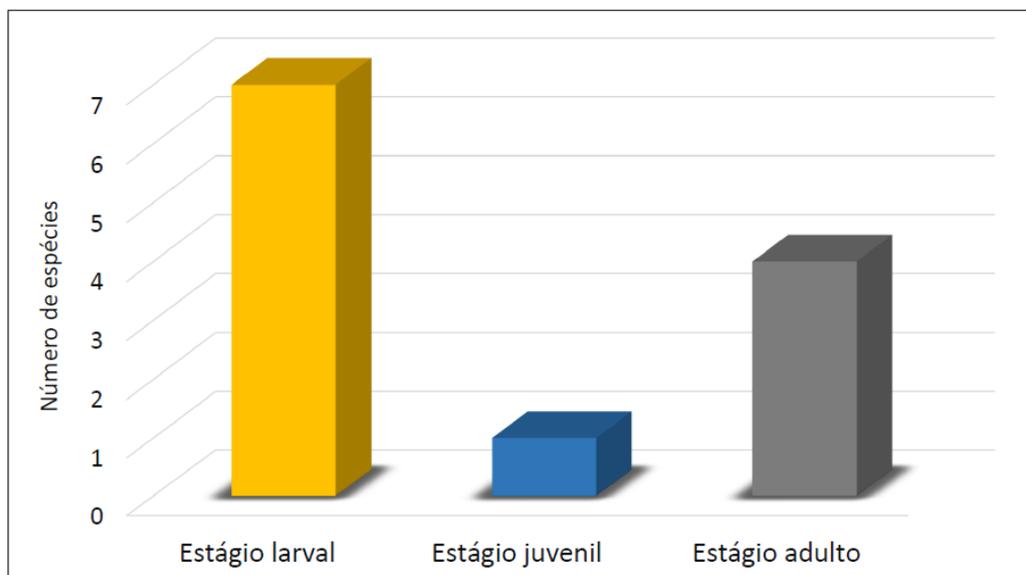


**Figura 17.** *Argulus elongatus* Heller, 1857 de *Brycon orthotaenia* Günther do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. (A) Vista ventral – AN: antenas, PR: probóscide, AB: abdômen bilobado, 1ªM: primeira maxila, Escala = 2 mm; (B) Vista dorsal – OC: olhos compostos, PA: patas, ES: espermatecas, Escala = 2 mm; (C) Extremidade da pata - CE= cerdas, Escala = 0,10 mm ; (D) Primeira maxila - ▲ costelas radiais de sustentação das ventosas, Escala = 0,10 mm Fonte: Caroline Calvario.

### 3.2. Estrutura da comunidade parasitária

No presente estudo, foram analisados 38 espécimes de *B. orthotaenia*, sendo 22 machos e 16 fêmeas, nos quais foi encontrado um total de 320 espécimes de parasitos, sendo 227 nos hospedeiros machos e 93 nas fêmeas. Dos 38 espécimes coletados, 32 (84,21 %) estavam parasitados, sendo 59,38% machos e 40,62 % fêmeas.

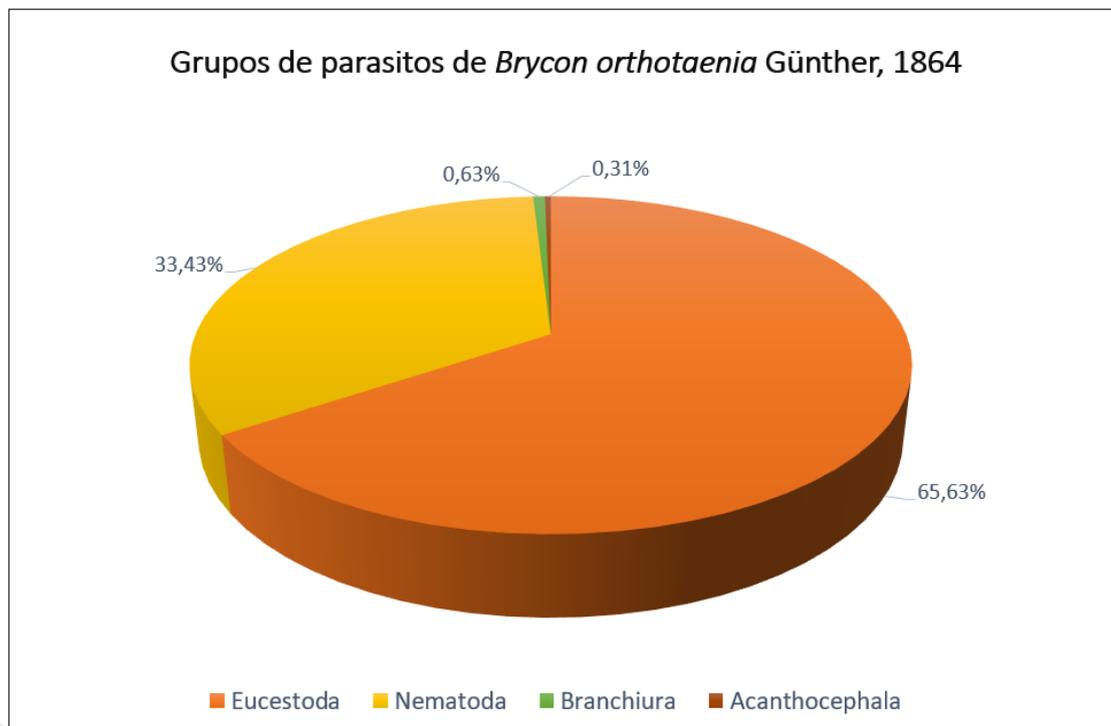
A fauna parasitária de *B. orthotaenia*, neste estudo, foi representada por quatro filos: 210 espécimes de Platyhelminthes (65,63%), 107 espécimes de Nematoda (33,43%), um espécime de Acanthocephala (0,31%) e dois espécimes de Arthropoda (0,63%). No total, foram encontradas onze espécies de parasitos, sendo dez de endoparasitos (90,91%): uma de Eucestoda (plerocercóide de espécie não identificada representante de Proteocephalidea), oito de Nematoda (*Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. do tipo 2, *Goezia* sp., *P. inopinatus*, *Spiroxys* sp., Capillariidae, *Rhabdochona* sp., e *Neocucullanus* sp.), uma de Acanthocephala (cisticanto não identificado); e uma de ectoparasito (9,09%): espécie representante de Branchiura (*A. elongatus*). A maioria dos espécimes (n = 275) estava em estágio larval (85,94%) seguidos pelos parasitos adultos (n= 41, 12,81%) e juvenis (n= 4, 1,25%) dos seus respectivos ciclos biológicos (Fig. 18).



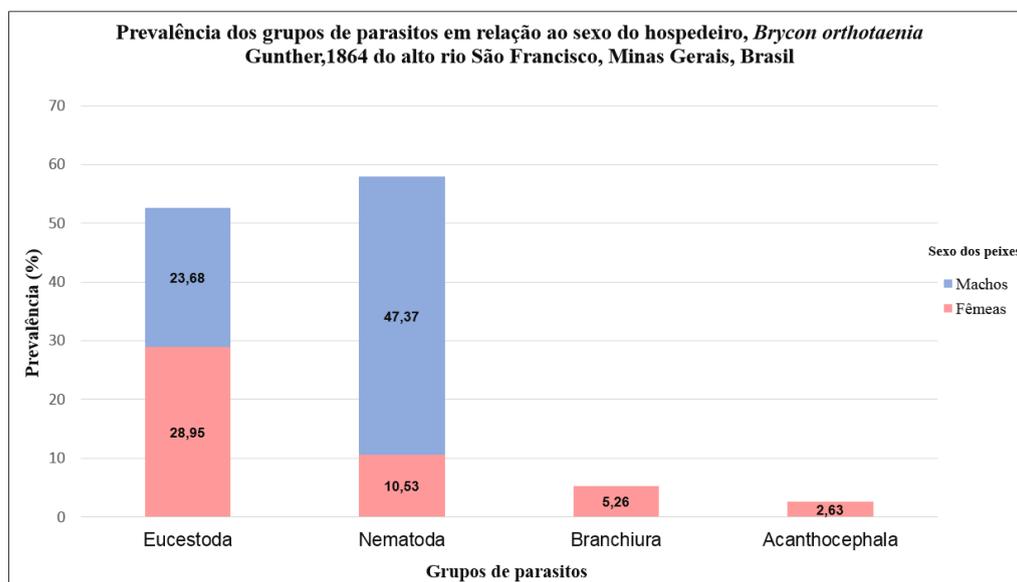
**Figura 18.** Representação quantitativa dos estágios larval, juvenil e adulto componentes da comunidade parasitária de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do reservatório de Três marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais.

Na comunidade parasitária de *B. orthotaenia*, o grupo Eucestoda apresentou maior representatividade (65,63%), seguido de Nematoda (33,43%), Branchiura (0,63%) e Acanthocephala (0,31%) (Fig. 19). Os nematoides apresentaram maior prevalência (Fig. 20).

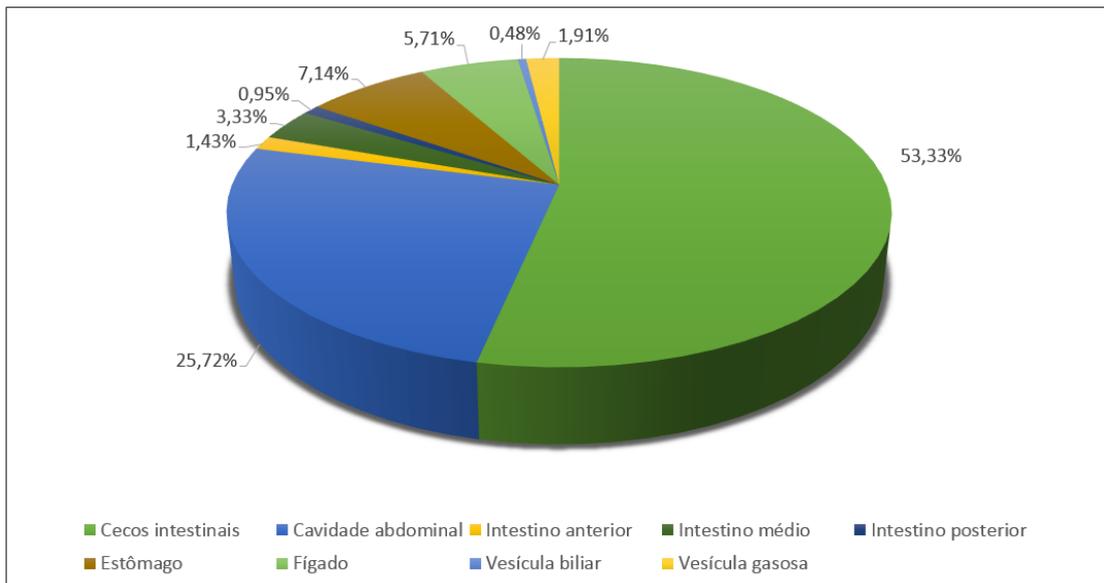
Os grupos que apresentaram maior quantidade de sítios de infecção foram Eucestoda (Fig. 21) e Nematoda (Fig. 22). Acanthocephala e Branchiura apresentaram um e dois sítios de infecção respectivamente, devido à baixa infecção destes parasitos em *B. orthotaenia*.



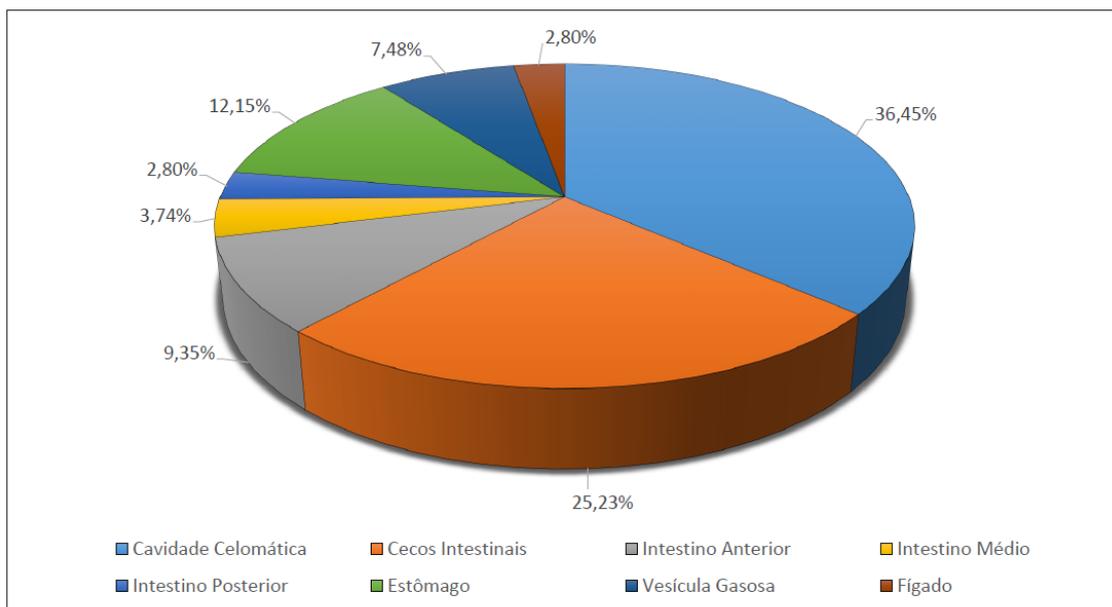
**Figura 19.** Representação percentual dos grupos de parasitos metazoários de 38 espécimes de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016 no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 20.** Representação gráfica da prevalência dos grupos de parasitos em relação ao sexo do hospedeiro, *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 21.** Representação percentual dos sítios de infecção dos plerocercoides de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016 no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 22.** Representação percentual dos sítios de infecção dos nematoides de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016 no reservatório de Três Marias e alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

A prevalência, a intensidade com respectiva amplitude, a abundância média e o sítio de infecção foram demonstrados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Índices ecológicos prevalência (P) expressa em percentagem, intensidade média (IM), abundância média (AM), (SI) sítio de infecção de 38 espécimes de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. CC = cavidade celomática; CI = cecos intestinais; ES = estômago; FI = fígado; IA = intestino anterior; IM = intestino médio; IP = intestino posterior; VG = vesícula gasosa.

Parasitos	P (%)	IM	AM	Amplitude	SI
<b>Eucestoda</b>					
Plerocercoides	52,63	10,5	5,53	1-71	CC, CI, IA, IM, IP, ES, VG e FI
<b>Nematoda</b>					
<i>Hysterothylacium</i> sp.	15,78	1,83	0,29	1-3	CC, IP e CI
<i>Contracaecum</i> sp.	23,68	4,22	1	1-11	CC, CI, ES, VG, e FI
<i>Goezia</i> sp.	5,26	2	0,11	1-3	IA e ES
<i>P. inopinatus</i>	42,12	2,06	0,87	1-4	CC, CI, IA e IM
<i>Spiroxys</i> sp.	10,53	1,25	0,13	1-2	CC
<b>Capillariidae</b>					
Espécie não identificada	2,63	6	0,16	6	ES
<i>Rhabdochona</i> sp.	7,89	3	0,24	1-7	CC, CI, IA e IM
<i>Neocucullanus</i> sp.	2,63	1	0,03	1	IP
<b>Acanthocephala</b>					
Cistacanto	2,63	1	0,03	1	ES
<b>Arthropoda</b>					
<i>Argulus elongatus</i>	5,26	1	0,05	1	SC e OP

A espécie que apresentou os maiores índices parasitários foi a representante de Proteocephalidea na fase de plerocercóide. Dentre os nematóides, a espécie que apresentou maior prevalência (42,12%), intensidade média (2,06) e abundância média (0,87) foi *P. inopinatus* considerando o parasitismo dos estágios adulto e larval. *Capillaria* sp. e *Neocucullanus* sp. apresentaram menor prevalência em Nematoda, já que ambos os casos só havia um peixe infectado.

### **3.3. Influência do sexo do hospedeiro sobre a prevalência, intensidade e abundâncias parasitárias.**

O sexo de *B. orthotaenia* não influenciou na prevalência, intensidade e abundância dos plerocercoides (Tab.4).

O sexo do hospedeiro influenciou significativamente a prevalência e abundância de *P. inopinatus*, sendo os machos mais parasitados (Fig. 23) (13 parasitados com 28 parasitos) do que as fêmeas (três parasitadas com cinco parasitos). Não houve influência significativa em relação à intensidade destes parasitos (Tab. 4). Resultado equivalente ocorreu com a prevalência e a abundância (Fig. 23) de *Contracaecum* sp. em relação ao sexo do hospedeiro, sendo estes nematoides significativamente mais frequentes e abundantes nos machos (8 parasitados com 37 nematoides) do que nas fêmeas (uma parasitada com um nematoide) (Tab. 4). Não foi possível calcular a influência do sexo do hospedeiro sobre a intensidade de *Contracaecum* sp., pois apenas uma fêmea foi infectada.

Não foi apresentada análise da possível influência do sexo sobre os índices parasitários de *Spiroxys* sp., porque este parasito só ocorreu em espécimes machos (quatro hospedeiros infectados com cinco nematoides) (Tab. 4).

Não ocorreu influência significativa na prevalência e abundância de *Hysterothylacium* sp. em relação ao sexo dos hospedeiros. Não foi possível realizar o cálculo da influência do sexo do peixe sobre a intensidade média de *Hysterothylacium* sp., pois apenas uma fêmea foi infectada (Tab. 4).

### **3.4. Influência do comprimento padrão do hospedeiro sobre a prevalência, intensidade e abundâncias parasitárias.**

Não ocorreu influência significativa do comprimento padrão de matrinchã sobre a prevalência, abundância e intensidade dos plerocercoides.

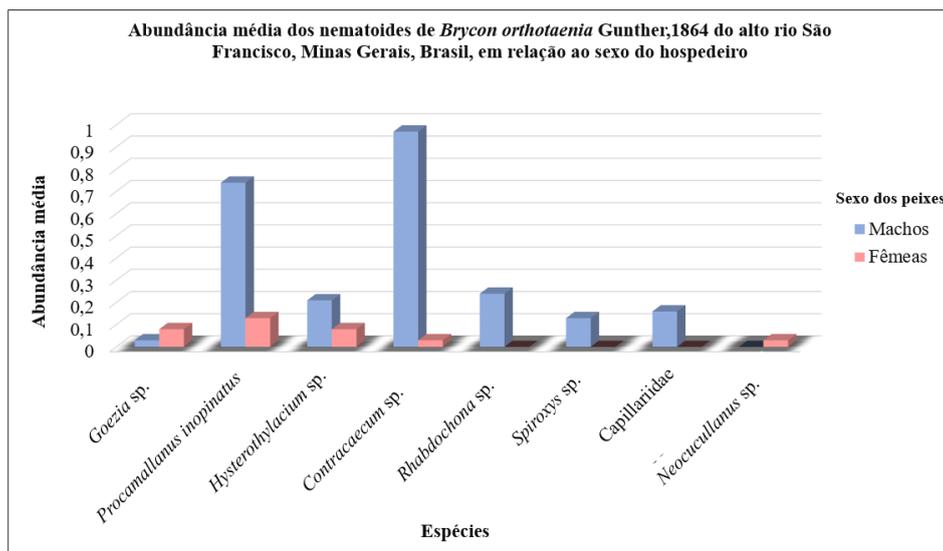
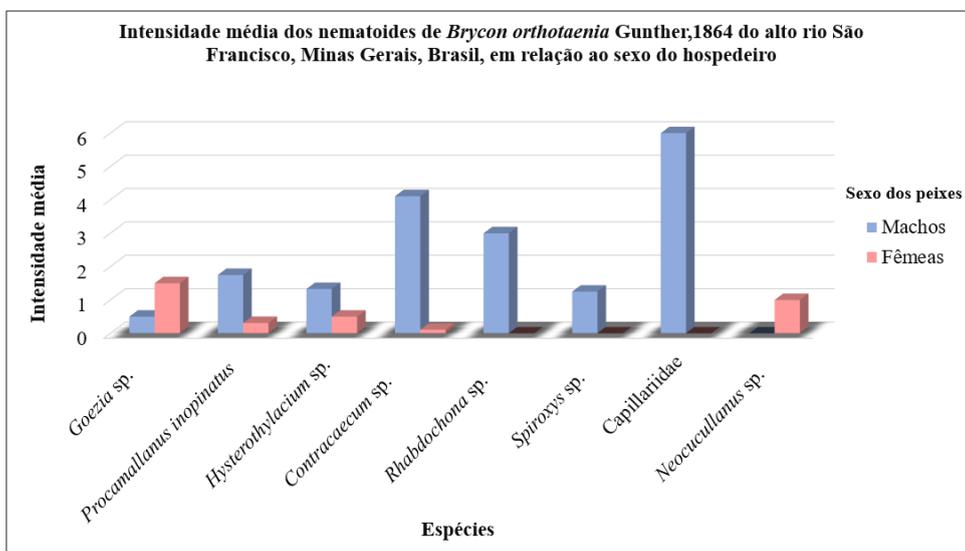
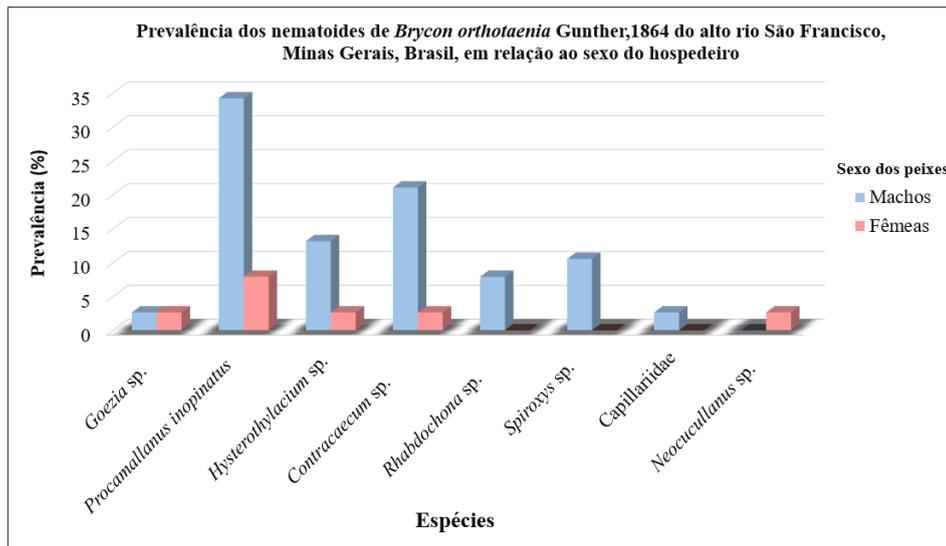
Houve influência significativa do comprimento padrão sobre a prevalência de *P. inopinatus*, tendo sido a prevalência deste camalanídeo mais elevada em peixes maiores (correlação positiva). Não houve influência significativa do comprimento padrão do hospedeiro sobre a abundância e intensidade de *P. inopinatus* (Tab. 4).

Não ocorreu influência significativa do comprimento padrão dos peixes sobre a prevalência, a intensidade e abundância de *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. e nem de *Spiroxys* sp. (Tab. 4).

**Tabela 4.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos em relação ao sexo e ao comprimento do hospedeiro, *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016 no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil

Parasitos	Prevalência				Intensidade				Abundância			
	Sexo		CT		Sexo		CT		Sexo		CT	
	<i>Rr</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>Rs</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>Rs</i>	<i>p</i>
Plerocercoides	0,59	0,11	-0,31	0,53	53,00	0,81	0,01	0,95	221	0,15	-0,03	0,81
<i>P. inopinatus</i>	3,15	0,02*	-0,84	0,03*	23,50	0,62	0,21	0,42	251	0,01*	-0,28	0,08
<i>Hysterothylacium</i> sp.	3,63	0,36	-0,44	0,37	--	--	0,02	0,65	202	0,22	-0,13	0,41
<i>Contracaecum</i> sp.	5,81	0,05*	-0,73	0,09	--	--	-0,10	0,07	232	0,02*	-0,25	0,12
<i>Spiroxys</i> sp.	--	--	-0,37	0,22	--	--	0,77	0,33	--	--	-0,03	0,82

\*Valores significativos:  $p < 0,05$ ; *U*: teste Mann – Whitney; *r<sub>s</sub>*: Correlação por postos de Spearmann; *R<sub>r</sub>*: Risco relativo do teste exato de Fisher; *r*: Correlação de Pearson.



**Figura 23.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos nematoides em relação ao sexo do hospedeiro, *Brycon orthotaenia* Günther,1864 coletados no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016.

### 3.5. Espécies coocorrentes nas infracomunidades parasitárias, distribuição e diversidade

Do total de 38 espécimes de peixes examinados, seis (15,8%) não estavam parasitados e 32 (84,2%) estavam parasitados por pelo menos uma espécie. Desses, 12 (31,6%) tinham uma espécie de parasito, 10 (26,3%) tinham duas espécies de parasitos, 8 (21,1%) tinham três espécies de parasitos, um peixe (2,6%) tinha quatro e um peixe (2,6%) tinha cinco espécies na infracomunidade parasitária.

Os agrupamentos de espécies coocorrentes foram apresentados na tabela 5.

As coocorrências significativas cujas espécies apresentaram prevalência superior a 10% na comunidade parasitária estão apresentadas na tabela 6.

As infrapopulações parasitárias com prevalência maior do que 10% apresentaram um padrão de distribuição agregada (*Plerocercoides* e *Contracaecum* sp.) e distribuição ao acaso (*Hysterothylacium* sp., *P. inopinatus* e *Spiroxys* sp.) (Tab. 7).

**Tabela 5.** Espécies coocorrentes nas infracomunidades parasitárias de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

<b>Espécies coocorrentes – Parasitismo misto</b>	
<b>Pares</b>	<b>Dez peixes</b>
<i>P. inopinatus</i> – <i>Plerocercoides</i>	3
<i>P. inopinatus</i> – <i>Hysterothylacium</i> sp.	2
<i>Plerocercoides</i> – <i>Argulus elongatus</i>	1
<i>Contracaecum</i> sp. – <i>Plerocercoides</i>	2
<i>Contracaecum</i> sp. – <i>Hysterothylacium</i> sp.	1
<i>Contracaecum</i> – <i>Spiroxys</i> sp.	1
<b>Trios</b>	<b>Oito peixes</b>
<i>Contracaecum</i> sp – <i>Hysterothylacium</i> sp. – <i>Goezia</i> sp.	1
<i>P. inopinatus</i> - <i>Plerocercoides</i> - <i>Contracaecum</i> sp.	2
<i>P. inopinatus</i> – <i>Contracaecum</i> sp. – <i>Spiroxys</i> sp.	1
<i>P. inopinatus</i> – <i>Hysterothylacium</i> sp. – Capillariideo	1
<i>P. inopinatus</i> – <i>Hysterothylacium</i> sp. <i>Rhabdochona</i> sp.	1
<i>P. inopinatus</i> – <i>Spiroxys</i> sp. – <i>Rhabdochona</i> sp.	1
<i>P. inopinatus</i> – <i>Plerocercoides</i> – <i>Argulus elongatus</i>	1
<b>Quarteto</b>	<b>Um peixe</b>
<i>P. inopinatus</i> – <i>Hysterothylacium</i> sp. – <i>Spiroxys</i> sp. – <i>Rhabdochona</i> sp.	1
<b>Quinteto</b>	<b>Um peixe</b>
<i>Plerocercoides</i> – <i>Goezia</i> sp. – <i>Hysterothylacium</i> sp. – <i>Contracaecum</i> sp. – <i>Neocucullanus</i> sp.	1

**Tabela 6.** Análise dos descritores parasitários das espécies coocorrentes em 38 espécimes de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Pares de espécies	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	$X^2$	$p$	$t$	$p$	$t$	$p$
<i>Procamallanus inopinatus</i> - <i>Spiroxys</i> sp.	9,771	0,002*	2,227	0,047*	3,49	0,025*
<i>Procamallanus inopinatus</i> - <i>Hysterothylacium</i> sp.	6,397	0,011*	-0,564	0,5915	-2,488	0,0135*
<i>Hysterothylacium</i> sp. - Plerocercoides	11,458	0,001*	-2,292	0,1145	-2,443	0,103
<i>Hysterothylacium</i> sp. - <i>Spiroxys</i> sp.	0,461	0,497	1,472	0,23	1,158	0,2515
<i>Hysterothylacium</i> sp.- <i>Contracaecum</i> sp.	0,748	0,387	1,723	0,131	1,61	0,1575
Plerocercoides - <i>Spiroxys</i> sp.	15,59	0,0001*	2,45	0,105	2,52	0,089
Plerocercoides - <i>Procamallanus inopinatus</i>	0,844	0,358	2,234	0,122	2,167	0,1165
<i>Contracaecum</i> sp. - <i>Spiroxys</i> sp.	2,32	0,128	2,162	0,096	2,018	0,1195
<i>Contracaecum</i> sp. - <i>Procamallanus inopinatus</i>	2,921	0,087	1,568	0,1715	0,28	0,79
<i>Contracaecum</i> sp. - Plerocercoides	6,747	0,009	-1,568	0,1855	-2,074	0,1365

\*Valores significativos:  $p < 0,05$ .

**Tabela 7.** Índice de dispersão e teste estatístico  $d$  dos parasitos de *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 coletados nos períodos de novembro de 2008, e maio e outubro de 2016, no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Índice de dispersão		
	Valor	Distribuição	Teste estatístico $d$
Plerocercoides	31,49	Agregada	25,59
<i>Hysterothylacium</i> sp.	1,85	Acaso	0,2706
<i>Contracaecum</i> sp.	6,86	Agregada	7,3877
<i>Procamallanus inopinatus</i>	1,75	Acaso	-0,4973
<i>Spiroxys</i> sp.	1,3	Acaso	1,6086

Valores significativos:  $d > 1,96$

#### 4. DISCUSSÃO

Neste estudo, a fauna parasitária de *B. orthotaenia* foi representada por integrantes de quatro filos: Platyhelminthes, Nematoda, Arthropoda e Acanthocephala.

Platyhelminthes foi representado por uma única espécie de parasito na forma larval do tipo plerocercóide, não identificada, da família Proteocephalidae. Estes proteocefalídeos larvais apresentaram a maior prevalência (52,63%) entre as espécies de parasitos encontradas neste trabalho, entretanto, o filo Nematoda, na comunidade de *B. orthotaenia* do rio São Francisco, teve a maior prevalência (57,89%) entre os filos.

Proteocephalidae abriga grande parte dos cestóides de peixes de água doce. Geralmente, os hospedeiros conseguem suportar uma alta carga parasitária destes cestóides, entretanto, em alguns estudos foi comprovado que as larvas de Proteocephalidae podem impedir o desenvolvimento de peixes juvenis e até mesmo gerar problemas graves e morte, devido a invasão destes parasitos no tecido do hospedeiro (FREEMAN, 1964). Thatcher (1981) reportou larvas e adultos de Proteocephalidae em diversos peixes amazônicos, sendo o acará-açu o hospedeiro mais prejudicado por estes parasitos. De acordo com o autor, o hospedeiro sofria de hemorragia extensiva no intestino, apresentava sinais de subseqüentes invasões e a parede do intestino possuía uma significativa quantidade de larvas plerocercóides. Peixes podem ser infectados por plerocercóides a partir da ingestão de artrópodes, principalmente copépodes, que tenham ingerido os ovos com as larvas destes cestóides (EIRAS et al., 2010). Provavelmente, *B. orthotaenia* contraiu estes parasitos a partir da ingestão de artrópodes infectados com larvas. A matrinhã pode ter atuado como hospedeiro paratênico, pois as larvas plerocercóides observadas estavam encistadas e não foram encontrados indivíduos em outro estágio de desenvolvimento. Um resultado importante é que não houve influência significativa do sexo e nem do tamanho dos hospedeiros sobre os índices parasitários dos plerocercóides e isso pode indicar que os peixes machos e fêmeas estão sendo infectados por essas larvas durante ampla parte de sua vida visto que infectam as diferentes classes de tamanho dos peixes analisadas nesse estudo. Nesse caso, existe um grupo de itens alimentares mais frequentemente utilizado pelos peixes de ambos os sexos que tem garantido a expressiva prevalência e considerável abundância dessas larvas na sua comunidade parasitária. Como uma das questões mais importantes para as larvas dos parasitos é a dispersão para aumentar a chance de alcançarem os seus hospedeiros definitivos e completarem seu ciclo biológico, os resultados no presente trabalho associado ao fato que vários outros peixes desse sistema hídrico tem sido encontrado parasitado por tais larvas (MONTEIRO, 2011, MARTINS, 2012, SABAS & BRASIL-SATO, 2014, ALBUQUERQUE et al., 2016, DUARTE et al., 2016, ALMEIDA-BERTO & BRASIL-SATO, 2018) evidenciam a utilização de item alimentar comum (que atua como hospedeiro

intermediário do parasito) por vários peixes no rio São Francisco e essa similaridade trófica os torna hospedeiros paratênicos dos cestoides.

Nematoda foi o grupo com maior prevalência que apresentou maior diversidade, sendo representado, neste estudo, por oito espécies: *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Goezia* sp., *P. inopinatus*, *Spiroxys* sp., Capillariidae, *Rhabdochona* sp., *Neocucullanus* sp., *P. inopinatus* foi o nematoide mais prevalente (P = 42, 12%), sendo representado por espécimes adultos (P = 39,47%). No presente estudo, foi encontrada apenas uma larva (L4) de *Procamallanus inopinatus* (P = 2,63%).

*Contracaecum* sp. foi a forma larval predominante (P = 23,68%), seguida de *Hysterothylacium* sp. (P = 15, 78%), *Spiroxys* sp. (P = 10,53 %) e *Rhabdochona* sp. (P = 7,89%). No presente estudo, *Contracaecum* sp. foi significativamente mais abundante em hospedeiros machos do que em fêmeas, e *Spiroxys* sp. e *Rhabdochona* sp. ocorreram apenas em hospedeiros machos.

Nesse caso, a predação de artrópodes é o veículo de tal infecção larval e assim, como no parasitismo de *P. inopinatus*, verifica-se que de fato, os peixes machos parecem predar mais alguns tipos de presas do que as fêmeas. A carga parasitária e os grupos de parasitos que ocorrem em peixes podem variar de acordo com o sexo do hospedeiro. Em algumas espécies de peixes, machos e fêmeas podem apresentar alguma diferença na dieta, o que poderia contribuir para a aquisição de espécies de parasitos diferentes, sendo isto devido ao consumo de hospedeiros intermediários distintos (ESCH et al., 1988).

A anisaquiose é uma zoonose grave, provocada por nematoides da família Anisakidae, sendo os gêneros *Anisakis* (Dujardin, 1845) e *Pseudoterranova* (Mozgovoy, 1950) mais frequentemente associados a esta zoonose. Os humanos podem ser infectados pelas larvas de terceiro estágio a partir da ingestão da carne de peixe crua (CHAI et al., 2005). Em países que o peixe cru é consumido com maior frequência, como por exemplo o Japão, os casos registrados de anisaquiose são consideravelmente mais elevados (SMITH & WOOTEN, 1978).

Atualmente, *Hysterothylacium* não é considerado um agente patológico em humanos, mas devido a registros de casos alérgicos em humanos, é necessário que se faça mais pesquisas a respeito de possíveis patologias associadas aos parasitos deste gênero (FERNANDEZ-CALDAS et al., 1998; SERRACCA et al., 2013).

Na literatura, *Contracaecum* spp., geralmente não estão associadas à registros de casos com sintomas em humanos, entretanto, há registros de que se estas larvas foram ingeridas acidentalmente, através da ingestão de peixe cru, estas podem invadir o estômago e intestino, assim causando sintomas diversos, tais como: dor de estômago, febre, diarreia e vômito (CHAI et al., 2005; DORNY et al., 2009; KANAREK & BOHDANOWICZ, 2009).

*Goezia* sp. apresentou quatro espécimes juvenis em dois hospedeiros, assim tendo uma prevalência de 5,26 %.

Menezes et al. (2011) registraram *G. spinulosa* no estômago de espécimes de *Arapaima gigas*. Estes nematoides provocaram ulcerações na mucosa estomacal dos peixes, devido a um contato superficial dos espinhos com a mucosa e por um contato mais profundo, onde esses nematoides penetravam uma parte da região anterior do corpo na mucosa do hospedeiro. Segundo Martins et al. (2004) *Leporinus macrocephalus* apresentou um quadro de anemia devido a infecção por *Goezia leporini* Martins & Yoshitoshi, 2003. Neste estudo, a matrinhã foi considerada hospedeiro definitivo de *Goezia* sp., considerando que os espécimes no estágio juvenil potencialmente evoluíram para parasitos adultos.

*Procamallanus* é um gênero composto por nematoides hematófagos. Eles possuem uma cápsula bucal quitinizada e esôfago muscular forte, o que permite a estes parasitos sugar uma grande quantidade de sangue. O hospedeiro infectado sofre com lesões no trato digestivo e perda de sangue, e em alguns casos de infecções mais graves, pode ocorrer uma oclusão parcial do intestino (THACTHER, 1981). Entre as espécies de Camallanoidea, o ciclo de vida, geralmente, envolve copépodes (artrópode) como hospedeiro intermediário (ANDERSON, 1992). Neste estudo, *B. orthotaenia* pode ter sido infectado a partir da ingestão de artrópodes infectados com larvas e é considerado como hospedeiro definitivo, já que os nematoides atingiram o estágio adulto.

Os resultados dos testes estatísticos indicaram que os peixes machos tiveram prevalência e abundância mais elevadas de *P. inopinatus* do que fêmeas e que esses procamalanídeos ocorreram em maior quantidade nas matrinhãs maiores; esses resultados devem ser dependentes da predação mais constante de algum item alimentar contendo larvas infectivas (L3), provavelmente copépodes ou outro grupo de artrópode. A aquisição dos nematoides em maior número teria sido favorecida pelos próprios peixes como reflexo de predileção alimentar quando maiores. Os peixes crescem e tendem a mudar a sua dieta e susceptibilidade de predação ao longo dos anos de crescimento. A dieta destes organismos costuma variar muito devido às mudanças ontogenéticas, já que o tamanho corporal, forma do corpo, dimensão do aparelho bucal, entre outros, são completamente distintos nos estágios larval, juvenil e adulto. Peixes maiores tendem a consumir uma maior quantidade e variedade de alimentos, pois possuem uma alta demanda energética. Na fase reprodutiva, estes organismos requerem uma maior quantidade de energia (que é obtida através da alimentação), já que muita energia será gasta na produção de gametas e no percurso realizado para o encontro com o parceiro reprodutivo, principalmente no caso das espécies de peixes migradoras (WOOTTON, 1990). O registro da larva de quarto estágio de *P. inopinatus* na matrinhã assinala na direção de um ciclo indireto pela ingestão de artrópodes infectados com larvas infectivas (L3). Como além da prevalência, a abundância de *P. inopinatus* foi mais elevada nos peixes machos maiores, pode ter havido alguma influência hormonal ou simples acumulação parasitária (DOGIEL, 1970; POULIN, 1996).

*Neocucullanus* sp. e a espécie não identificada representante de Capillariidae foram as espécies de Nematoda que apresentaram menor prevalência, sendo consideradas parasitos raros na comunidade parasitária de *B. orthotaenia*, hospedeiro definitivo para ambas espécies, representadas por indivíduos adultos. Devido à baixa prevalência de *Neocucullanus* sp. e da espécie não identificada representante de Capillariidae no presente estudo, o parasitismo foi considerado raro em *B. orthotaenia*. Há relatos de espécies ovovivíparas em Cucullanidae. Como o ciclo ainda é pouco estudado, infere-se a possibilidade de que um ciclo direto possa ocorrer nesse grupo de nematoides como sugerido por Moravec (1988).

Em Capillariidae há espécies que infectam humanos, como por exemplo, *Paracapillaria philippinensis* (Chitwood, Velasquez and Salazar, 1968). Os humanos são infectados a partir do consumo de peixe cru, contendo larvas infectivas em sua musculatura. Os indivíduos infectados apresentam quadros de diarreia forte, borborigmos intestinais, fraqueza, caquexia e edemas. O indivíduo pode vir a óbito se não for tratado com rapidez e eficiência (CARDIA & BRESCIANI, 2012).

Rodrigues et al. (2002), encontraram espécimes de *N. neocucullanus* no fígado de *S. maxilosus* (= *S. hilarii*). Estes parasitos foram encontrados em cistos esbranquiçados e sua presença no parênquima hepático provocava um processo inflamatório permanente.

O filo Acanthocephala foi representado por uma única espécie que não pôde ser identificada, devido ao seu estágio larval de cistacanto.

Os acantocéfalos adultos infectam uma grande variedade de vertebrados, aquáticos e terrestres (hospedeiros definitivos), e sua transmissão envolve a relação presa-predador. Uma característica comum a todos os ciclos é obrigatoriedade de artrópodes, geralmente crustáceos, como hospedeiro intermediário, nos quais a acantela se desenvolve a cistacanto. Devido a isto, acantocéfalos parasitam principalmente aves aquáticas e peixes, uma vez que os crustáceos são itens alimentares comumente consumidos por estes dois grupos de vertebrados. Em alguns casos, pode ocorrer a presença de um hospedeiro paratênico, que atuaria como um agente facilitador da transmissão destes parasitos (GOATER et al., 2014). Neste estudo, apenas um peixe estava infectado com um espécime de Acanthocephala na fase de cistacanto, e por isto este parasitismo pode ser considerado como acidental.

Devido à predação de organismos aquáticos, os helmintos que utilizam artrópodes como hospedeiros intermediários co-ocorreram em *B. orthotaenia* ocasionando as infecções mistas, ou seja, com dois ou mais endoparasitos. Assim, as espécies coocorrentes no par *P. inopinatus* - *Hysterothylacium* sp. e no par *P. inopinatus* - *Spiroxys* sp. covariaram positivamente; é possível que esses sejam exemplos de parasitos que coocorram porque utilizam o mesmo grupo de hospedeiros intermediários (ou grupos de hospedeiros intermediários simpátricos) que facilitam a predação, otimizando a infecção de ambas espécies de parasitos ao próximo hospedeiro na tentativa de completar seus ciclos de vida (POULIN; VALTONEN, 2001; BUSH et al., 2001). Na comunidade parasitária de *B. orthotaenia*, *P. inopinatus* completa o seu ciclo de vida no intestino do peixe, enquanto as larvas de

*Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp. são encontradas na maioria das vezes na cavidade do corpo e isso provavelmente as auxilia na sua viabilidade por um tempo indeterminado ou até que a predação desse hospedeiro paratênico pelo hospedeiro definitivo ocorra. Os sítios de infecção distintos no hospedeiro das espécies em coocorrência possibilitam nichos não sobrepostos e coexistência com os riscos da competição minimizados no interior do hospedeiro. Por outro lado, os plerocercoides em coocorrência negativa com as larvas dos nematóides *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp., ilustram competição interespecífica exclusiva. É possível que os hospedeiros sensibilizados imunologicamente pelo parasitismo de uma das espécies reajam mais rapidamente aos episódios de novas infecções por larvas de outras espécies, impedindo ou diminuindo a instalação dessas larvas nos hospedeiros, influenciando negativamente seus índices parasitários. O mesmo sítio de infecção compartilhado pelas larvas de nematóides ocasiona sobreposição de nicho, mesmo que os requerimentos necessários durante a coocorrência sejam mínimos na tentativa de diminuir a virulência (ADAMSON; CAIRA 1994), como é o caso das larvas de metacestoides encistadas e dos nematóides anisaquídeos que foram encontrados algumas vezes encistados na cavidade celomática das matrinhãs. Segundo Williams e Jones (1994) larvas de anisaquídeos costumam utilizar peixes como hospedeiros paratênicos nos seus ciclos de vida.

Os membros da classe Branchiura podem causar grandes danos à saúde dos peixes, podendo gerar prejuízos à piscicultura. Quanto mais infectado estiver o peixe, maior será a gravidade da patologia, uma vez que estes parasitos se alimentam de células tegumentares e sangue, deste modo, provocando lesões no corpo do hospedeiro. As lesões provocadas por branquiúros, podem facilitar a ação de agentes patogênicos oportunistas (AVENANT-OLDEWAGE, 1994; MENEZES et al., 1990).

Arthropoda foi representado por uma espécie da classe Branchiura, *A. elongatus*. Foram encontrados espécimes adultos (duas fêmeas) em dois peixes do sexo feminino.

Em relação ao sexo dos hospedeiros, as fêmeas foram maiores e mais pesadas do que os machos, conforme os registros disponíveis na literatura. Para as espécies de parasitos que obtiveram uma prevalência maior do que 10%, foram realizados testes estatísticos a fim de analisar se o sexo e comprimento padrão dos peixes influenciaria de alguma forma na prevalência, intensidade e abundância média destes parasitos. Os testes estatísticos foram realizados para Eucestoda (larvas plerocercoides de Proteocephalidea), *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp, *P. inopinatus*, e *Spiroxys* sp., *Procamallanus inopinatus* apresentou maior prevalência em peixes machos e maiores, e maior abundância em hospedeiros machos. *Contracaecum* sp. foi mais prevalente e abundante em peixes machos.

Durante as necropsias realizadas neste estudo, foram encontrados itens alimentares variados, de origem vegetal e animal, no estômago e intestino de *B. orthotaenia*. Isto reafirmou o caráter onívoro da matrinhã. Os itens encontrados foram: algas, muitos artrópodes (Hymenoptera, Hemiptera – Homoptera, Arachnida e Lepidoptera) e um pequeno peixe.

A fauna parasitária de *B. orthotaenia* é pouco conhecida, tendo poucos registros na literatura parasitológica.

Monteiro et al. (2010) reportaram duas espécies de Monogenea das brânquias de *B. orthotaenia*, *Anacanthorus franciscanus* e *A. brevicirrus*, do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Naldoni et al. (2015) registraram duas espécies representantes de Myxobolidae, *Myxobolus* sp. e *Myxobolus filamentum*.

Moravec et al. (1993b) registraram *P. inopinatus* no intestino de *B. lundii* (= *B. orthotaenia*) no rio Paraná, no Brasil e na lista de espécies de nematoides inventariada por Luque et al. (2011) constam, *Amplificaecum* sp. *Rhabdochona* sp. e *Cystidicoloides* sp. (alto rio Paraná e Pirassunga, SP).

Eiras et al. (2010), listaram duas espécies de Digenea em *B. lundii* (= *B. orthotaenia*), *Dendrorchis neivai* e *Prosthenhystera obesa*.

Com exceção de *P. inopinatus* e *Rhabdochona* sp., *B. orthotaenia* amplia a lista de hospedeiros conhecidos para as espécies de parasitos encontradas.

*Neocucullanus* sp. é pela primeira vez registrado na fauna de parasitos dos peixes do rio São Francisco nesse estudo, contribuindo com o conhecimento de sua distribuição geográfica e com a ampliação da diversidade biológica dessa bacia hidrográfica.

Como consideração final, houve alguma influência do sexo e do tamanho sobre alguns índices parasitários. Peixes machos e peixes maiores foram quantitativamente mais parasitados do que peixes fêmeas e peixes menores, respectivamente, ou seja, os peixes machos e os peixes maiores examinados influenciaram positivamente na prevalência e na abundância de duas espécies de nematoides endoparasitos (*P. inopinatus* e *Contracaecum* sp.). Como o presente trabalho foi feito aproveitando espécimes de peixes coletados em diferentes momentos pela Codevasf na bacia do São Francisco, não é possível assegurar esse resultado quantitativo para a comunidade parasitária de *B. orthotaenia* do alto São Francisco; no entanto, é possível destacar que há necessidade de que os parâmetros parasitários deverão ser melhor estudados a partir de uma nova amostragem das matrinchãs no reservatório de Três Marias ou à jusante do reservatório de Três Mairas, alto rio São Francisco, para tentar definir o padrão quantitativo desse parasitismo.

Nos exames macroscópicos dos órgãos parasitados não foram detectados sinais de patologias associadas com a presença dos parasitos e nem sinais de parasitos na musculatura que pudessem comprometer sua qualidade para consumo considerando as matrinchãs como importante fonte proteica na alimentação humana. No entanto, foram registradas espécies que compõem o grupo de nematóides zoonóticos (Anisakidae). Essa detecção é uma informação importante sobre a existência natural desses ciclos parasitários nos peixes da bacia do São Francisco e com a qual, poderão ser adotadas medidas profiláticas no sentido de alertar ao não consumo de carne mal cozida ou de peixes mal eviscerados pelos pescadores e população consumidora.

Todos os registros dos parasitos nas matrinchãs nesse estudo, poderão auxiliar no plano de manejo da espécie para fins de cultivo semi-intensivo ou intensivo.

## 5. CONCLUSÃO

*Brycon orthotaenia* amplia a lista de hospedeiros para as espécies de parasitos encontradas nesse estudo com exceção dos nematóides *P. inopinatus* e *Rhabdochona* sp..

A espécie de Eucestoda representada pelas larvas plerocercoides embora pela primeira vez registrada em *B. orthotaenia*, é considerada generalista na comunidade ictífica do São Francisco e ocorreu frequentemente em ambos os sexos e faixas de tamanho das matrinhãs examinadas nesse estudo, resultando na espécie de parasito com os índices mais elevados dessa comunidade parasitária.

A presença de parasitos das famílias Anisakidae e Capillariidae em *B. orthotaenia*, são registros de importância e de utilidade na saúde pública, servindo como alerta ao não consumo de matrinhãs cru ou mal cozidas.

*Procamallanus inopinatus* apresentou maior prevalência e abundância em hospedeiros maiores e machos.

A biodiversidade parasitária conhecida da comunidade ictífica do rio São Francisco é ampliada com o registro de *Neocucullanus* sp. na fauna de *B. orthotaenia*.

Os itens alimentares encontrados no estômago de *B. orthotaenia* nesse estudo alicerçam sua classificação como espécie onívora. O parasitismo pelas espécies componentes de diferentes grupos de helmintos - Eucestoda (Platyhelminthes), Nematoda e Acanthocephala – reflete a dieta onívora das matrinhãs; e o parasitismo misto nas matrinhãs reforça que os hospedeiros intermediários dos parasitos (artrópodes aquáticos) são itens de sua dieta.

## 6. ANEXO

### FORMULÁRIO PARA NECROPSIA DE PEIXES

Nome genérico	Nome específico	
Nome vulgar	Sexo	HOSPEDEIRO

Data da coleta:				
Local de coleta:				
Armazenagem: ( ) sim ( ) não		Refrigerador:		Congelador
Data do exame: / /		Fator de condição:		
Peso: g	Comprimento total: cm		Comprimento padrão: cm	
Modo de captura:				

Superfície do corpo:
Boca:
Opérculos:
Narinas:
Brânquias:
Olhos:
Esôfago:
Estômago:
Cecos intestinais:
Intestino anterior-1º 1/3:
Intestino médio-2º 1/3:
Intestino posterior-3º 1/3:
Retos:
Rins:
Fígado:
Vesícula biliar:
Ovários:
Coração:
Bexiga urinária:
Vesícula gasosa:
Cavidade celomática:
Musculatura:
Nadadeiras:

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMSON, M.L.; CAIRA, J.N. Evolutionary factors influencing the nature of parasite specificity. *Parasitology*, v. 109, p. 85-95, 1994.

ALBUQUERQUE, M.C. **Biodiversidade das comunidades endoparasitárias de peixes forrageiros do reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, Brasil.** 2013. 339f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ALBUQUERQUE, M.C.; SANTOS-CLAPP, M.D.; BRASIL-SATO, M.C. Endoparasites of two species of forage fish from the Três Marias Reservoir, new host records and ecological indices. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 38, n. 3, p. 139-145, 2016.

ALMEIDA-BERTO, M.F.C; MONTEIRO, C.M.; BRASIL-SATO, M.C. Parasitic helminths of the non-native serrasalmid fish *Metynnis lippincottianus* from the Três Marias Reservoir, Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 2018 (no prelo).

AMATO, J.F.R.; BOEGER, W.A.; AMATO, S.B., **Protocolos para laboratório, coleta e processamento de parasitos do pescado.** Seropédica: Imprensa Universitária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991. 81p.

AMIN, O.M.; BURROWS, J.M. Host and seasonal associations of *Echinorhynchus salmonis* (Acanthocephala, Echinorhynchidae) in lake Michigan fishes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, v. 34, p. 325-331, 1977.

ANDERSON, R.C. **Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission.** Wallingford: CAB International, 1992. 578p.

AVENANT-OLDEWAGE, A. Integumental damage caused by *Dolops ramarum* (Stuhlman, 1891) (Crustacea: Branchiura) to *Clarias gariepinus* (Buechell), with reference to normal histology and wound-inflicting structures. *Journal of Fish Diseases*, v. 17, p. 641-647, 1994.

BARUS, V.; MORAVEC, F. Systematic studies of parasitic worms, found in the hosts *Lepisosteus tristoechus* (Ginglimodi, Lepisosteidae) and *Hyla insulsa* (Ecaudata, Hylidae) from Cuba. *Acta Soc. Zool. Bohemoslov*, v. 31, p. 1-14, 1967.

BONGA, S.E.W. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

BRASIL-SATO, M.C. **Ecologia das comunidades de parasitos metazoários de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluroidei: Pimelodidae) das bacias do rio São Francisco. Três Marias, MG, e do rio Paraná, Porto Rico.** 1999. 255p. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BRASIL – SATO, M.C. Parasitos de Peixes da Bacia do São Francisco, p. 149 – 165. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Eds.) **Águas, Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUCMINAS, 2003. 458p.

BRASIL-SATO, M.C.; SANTOS, M.D. Metazoan parasites of *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840), an endemic siluriform fish of the São Francisco Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 14, n. 4, p. 160-166, 2005.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco).** 3.ed. Brasília: CODEVASF – Câmara dos deputados, 1988. 115p.

BUSH, A. O.; AHO, J.M.; KENNEDY, C.R. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth community richness. *Evolutionary Ecology*, v. 4, n. 1, p. 1-20, 1990.

BUSH, A.O; LAFFERTY, 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.

BUSH, A.O.; FERNANDÉZ, J.C.; ESCH, G.W.; SEED, J. R. **Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 566p.

CAIRA, J.N.; JENSEN, K.; IVANOV, V. **Onchoproteocephalidea** II Caira, Jensen, Waeschenbach, Olson & Littlewood, 2014. In Planetary Biodiversity Inventory (2008–2017): Tapeworms from Vertebrate Bowels of the Earth. J. N. Caira and K. Jensen (eds.). University of Kansas, Natural History Museum, Special Publication No. 25, Lawrence, KS, USA, 2017, pp. 279–304.

CAIRA, J.N.; JENSEN, K.; WAESCHENBACH, A.; OLSON, P.D.; LITTLEWOOD, D.T.J. Orders out of chaos-molecular phylogenetics reveals the complexity of shark and

stingray tapeworm relationships. *International Journal for Parasitology*, v. 44, n. 1, p. 55-73, 2014.

CARDIA, D.F.; BRESCIANI, K.D.; Helminthoses zoonóticas transmitidas pelo consumo inadequado de peixes. *Veterinária e Zootecnia*, V. 19, n. 1, p. 55-66, 2012.

CASPETA – MANDUJANO, J.M.; CABAÑAS-CARRANZA, G.; SALGADO-MALDONADO, G.; GOSZTONYI, A. E.; CREMONTE, F. Nematode parasites of the characid freshwater fish *Brycon guatemalensis* in the Usumacinta River, Chiapas, Mexico. *Helminthologia*, v. 42, n.1, p. 41-44, 2005.

CASTRO, A.L.; SCHADEN, R. (Org.) **Manual de Identificação de Invertebrados Limnícolas do Brasil**. CNPQ: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1985 .23p.

CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T.E.H.P. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.) Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Embrapa Amapá, 2009. p. 132-192.

CHAI, Y.-L., MURREL, K.D., LYMBERG, A.J. Fish-born parasitic zoonoses: status and issues. *Internacional Journal of Parasitology*, v. 35, p. 1233–1254, 2005.

CHERVY, L. The terminology of larval cestodes or metacestodes. *Systematic Parasitology*, v. 52, n. 1, p. 1-33, 2002.

COSTA, D.P.C. **Composição e estrutura da fauna endoparasitária de peixes eritrínídeos (Actinopterygii, Characiformes) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2015. 96f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de concentração: Parasitologia Veterinária – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

COSTA, D.P.C.; ALBUQUERQUE, M.C.; BRASIL – SATO, MC. *Rhabdochona (Rhabdochona) acuminata* (Nematoda) em peixes (Characiformes, Acestrorhynchidae) do reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco. *Neotropical Helminthology*, v.5, n.1, p. 16-23, 2011.

DOGIEL, V.A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V.A. et al. (Ed.). **Parasitology of Fishes**. Hong Kong: T.F.H. Publications, Inc., 1970, p. 1-47.

DORNY, P., PRAET, N., DECKERS, N., GABRIEL, S. Emerging food-borne parasites. *Veterinary Parasitology*, v. 163, p. 196–206, 2009.

DUARTE, R.; SANTOS-CLAPP, M.D.; BRASIL-SATO, M.C. Endohelminthos de *Salminus hilarii* Valenciennes (Actinopterygii: Bryconidae) e seus índices parasitários no rio São Francisco, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 38, supl. 3, p. 151-156, 2016.

EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, 2010. 333p.

ESCH, G.W.; KENNEDY, C.R.; BUSH, A.O.; AHO, J.M. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, v. 96, p. 519-532, 1988.

FÁBIO, S. P. Sobre alguns Nematoda parasitos de *Hoplias malabaricus*. *Arquivos Universidade Federal. Rural do Rio de Janeiro*, v. 5, p. 179 – 186, 1982.

FELTRAN, R.B.; JUNIOR, O.M.; PINESE, J.F.; TAKEMOTO, R.M. Prevalência, abundância, intensidade e amplitude de infecção de nematoides intestinais em *Leporinus friderici* (Bloch, 1974) e *L. obtusidens* (Valenciennes, 1836) (Pisces, Anostomidae), na represa de Nova Ponte (Perdizes, MG). *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 6, n. 2, p. 169-179, 2004

FERNANDEZ-CALDAS, E., QUIRCE, S., MARAÑÓN, F.; GÓMEZ, M.L.D.; BOTELLA, H.G.; ROMÁN, R.L. Allergenic cross-reactivity between third stage larvae of *Hysterothylacium aduncum* and *Anisakis simplex*. *Journal of Allergy Clinical Immunology*, v. 101, p. 554–555. 1998.

FREEMAN, R.S. Flatworm problems in fish. *Canadian Fish Cult*, v. 32. p. 11-18, 1964.

FROESE, R.; PAULY, D. FishBase. A global information on fishes. [On line]. Disponível em: <http://fishbase.org/summary/Brycon-orthotaenia.html>. Acesso em: 28 de maio. 2018.

FLORES-NAVA, A.; ANCONA, P.; BROWN, A.; MATIAS, J.F.N.; CAMPOS, J.L.; FOTH, M.T.R.; VICUÑA, O.; ROUBACH, R.; SCORVO, J.D. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica. N. 1, Roma: FAO, 2010. 200 p.

GERKING, S.D. **Feeding ecology of fish**. Academic Press, 1994. 416p.

GOATER, T.M.; GOATER, C.P.; ESCH, G.W. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 497p.

GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. Breve visão do São Francisco. p. 15-24. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 458p.

GOULDING, M. **The fishes and the forest**: Explorations in Amazonian natural history. University of Califórnia Press, 1980. 280p.

GONÇALVES, T.L.; BAZZOLI, N.; BRITO, M. F. G. Gametogenesis and Reproduction of the Matrinchã *Brycon orthotaenia* (Günther, 1864) (Pisces: Characidae) in the São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, p. 513-522, 2006.

HNATH, J.G. Transfer of an adult acanthocephalan from one fish host to another. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 98, p. 332, 1969.

ISAAC, A.; GUIDELLI, G.M.; FRANÇA, J.G.; PAVANELLI, G.C. Composição e estrutura das infracomunidades endoparasitárias de *Gymnotus* spp. (Pisces: Gymnotidae) do rio Baía, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 26, n. 4, p. 453-462, 2004.

KANAREK, G., BOHDANOWICZ, J. Larval *Contracecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in the Great Cormorant [*Phalacrocorax carbo* (L., 1758)] from north-eastern Poland: Amorphological and morphometric analysis. *Veterinary Parasitology*, v. 166, p. 90-97, 2009.

KOHN, A.; MORAVEC, F.; COHEN, S.C.; CANZI, C.; TAKEMOTO, R.M.; FERNANDES, B.M.M. Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. *Check List*, v. 7, n. 5, p. 681-690, 2011.

KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M.; MACEDO, B.; ABRAMSON, B. Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 80, n. 2, p. 327-336, 1985.

LEIRA, M.H.; REGHIM, L.S.; CIACCIL, L.S.; CUNHAL, L.T.; BOTELHO, H. A.; BRAZ, M.S.; DIAS, N.P.; MELO, C.C.V. Problemas sanitários das pisciculturas brasileiras. *Pubvet*, v. 11, n. 6, p. 538-544, 2017.

LUQUE, J.L.; AGUIAR, J.C.; VIEIRA, F.M.; GIBSON, D.I.; SANTOS, C.P. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa: Magnolia Press*. N. 3082., p. 1-88, 2011.

LUQUE, J. L.; VIEIRA, F. M.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C. Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. *Check List*, v. 9, n. 6, p. 1449-1470, 2013.

MARTINS, M.L.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y.; ONAKA, E.M.; NOMURA, D.T. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 56, n. 5, p.640-646, 2004.

MARTINS, A.N. **Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes anostomídeos do reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais.** 2012. 216f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de concentração: Parasitologia Veterinária – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MENDONZA, J.M.; SARABIA, D. O.; LÓPEZ, R. C.; LÓPEZ, J. F. Helmitos del pez *Dormitator maculatus* (Osteichthyes: Eleotridae) de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, v. 52, n. 2, p: 393-396, 2004.

MENEZES, R.C.; SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; TAVARES, L.E.R.; TORTELLY, R.; LUQUE, J. L. Tissue alterations in the pirarucu, *Arapaima gigas*, infected by *Goezia spinulosa* (Nematoda). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 20, n. 3, p. 207-209, 2011.

MENEZES, F.G.V. **Helminthofauna de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actinopterygii: Characidae) Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2013. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Área de concentração: Parasitologia Veterinária – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MENEZES, N.A. The food of *Brycon* and three closely related genera oh the tribe Acestrorhynchinae. *Papéis avulsos de Zoologia*, São Paulo, v. 22, p. 217-223, 1969.

MENEZES, J. R.; PEREIRA, T.G.; SILVA, A.M. Rainbow trout failure in a small lake as a result of massive parasitoses related with careless fish introduction. *Aquaculture*, v. 89, p. 123-126, 1990.

MENIN, E.; MIMURA, O.M. Anatomia funcional comparativa do estômago de três peixes Teleostei de hábito alimentar onívoro. *Ceres*, v. 39, p. 233-260, 1992.

MESQUITA, R.L.B.; SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; LUQUE, J.L. Metazoários endoparasitos de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1916) (Characiformes:

Characidae) do rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 14, n. 1,2,3 p. 95-102, 2012.

MONTEIRO, K.M.; KRITSKY, D.C.; BRASIL-SATO, M.C., Neotropical Monogenoidea. 56. New species of *Anacanthorus* (Dactylogyridae) from the gills of Matrinchã, *Brycon orthotaenia* (Characiformes: Characidae), in the Rio São Francisco, Brazil. *Folia Parasitologica*, v. 57, n. 3, p.164-168, 2010.

MONTEIRO, C.M. **Avaliação da fauna parasitária de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã (Actinopterygii: Prochilodontidae) do Alto do São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2011. 243f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MORAVEC, F. **Nematodes of Fresh Fishes of the Neotropical Region.** Praha: Academia, 1998. 464p.

MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M. Nematode parasites of fishes of the Paraná River. Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. *Folia Parasitologica*. v. 40, p. 115-134, 1993a.

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

MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M. Two new species of the genus *Goezia*, *G. brasiliensis* sp. n. and *G. breviacaeca* sp. n. (Nematoda: Anisakidae), from freshwater fishes in Brazil. *Folia Parasitologica*, v. 41, p. 271-278, 1994.

MORAVEC, F.; PROUZA, A.; ROYERO, R. Some nematodes of freshwater fishes in Venezuela. *Folia Parasitologica*, v. 44, p. 33-47, 1997.

MORAVEC, F.; SCHOLZ, T.; VIVAS-RODRÍGUEZ, C. *Philometroides caudata* sp. n. (Nematoda: Philometridae) from *Rhamdia guatemalensis* (Pisces) in Yucatan, Mexico. *Folia Parasitologica*, v. 42, p. 293-298, 1995.

MOREIRA, N.I.B. **Alguns nematódeos parasitos de peixes na represa de Três Marias, bacia do Rio São Francisco, Minas Gerais.** 1994. 102f. Dissertação. (Mestrado em Parasitologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

- NALDONI, J.; ZATII, S.A.; CAPODIFOGGIO, K.R.H.; MILANIN, T.; MAIA, A.A.M.; SILVA, M.R.M.; ADRIANO, E.A.; Host-parasite and phylogenetic relationships of *Myxobolus filamentum* sp. n. (Myxozoa: Myxosporea), a parasite of *Brycon orthotaenia* (Characiformes: Bryconidae) in Brazil. *Folia Parasitologica*, v. 62, n. 14, p. 1-8, 2015.
- PAIVA, M.P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982, 304p.
- PETTER, A.J.; Nématodes de Poissons du Paraguay. V. Cucullanidae. Description de deux espèces nouvelles et redéfinition du genre *Neocucullanus* Travassos et al. *Revue Suisse de Zoologie*, v. 96, p. 591-603, 1989.
- PINTO, R.M.; NORONHA, D. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea); considerações finais, com chave para determinação das espécies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 74, n. ¾, p. 323-339, 1976.
- PINTO, R.M.; FABIO, S.P.; NORONHA, D.; ROLAS, F.T. *Procamallanus* brasileiros. Parte I (Nematoda, Camallanoidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 72, n. 1, p. 205-211, 1974.
- POULIN, R. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male? *The American Naturalist*, v.147, n.2, p. 287- 295, 1996.
- POULIN, R.; VALTONEN, E. T. Interspecific associations among larval helminths in fish. *The Journal of Parasitology*, v. 31, p. 1589-1596, 2001.
- RAMALLO, G.; TORRES, P. Infección por larvas de *Contracaecum* sp. (Nematoda, Anisakidae) en *Salminus maxillosus* (Pisces, Characidae) en el embalse de Termass de Río Hondo, Argentina. *Parasitológica*, v. 50, p. 3-23, 1995.
- RAMALLO, G. A New species of the genus *Neocucullanus* (Nematoda: Cucullanidae) in *Salminus brasiliensis* (Pisces: Characidae) from Argentina. *Munis Entomology & Zoology.*, v. 7, n. 1, p. 543-549, 2012.
- REIS, R.E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C.J. (Org.) **Check list of freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2003. 742p.
- REGO. A.A.; CHUBB, J.C. PAVANELLI, G.C. Cestodes in South American freshwater teleost fishes: keys to genera and brief description of species. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 2, p. 299-367, 1999.
- RODRIGUES, E.L.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SANTOS, A.A. Alterações histopatológicas em fígado de dourado *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840

(Osteichthyes, Characidae) causadas por *Neocucullanus neocucullanus* Travassos, Artigas & Perreira 1828 (Nematoda). *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 455-459, 2002.

SABAS, C.S.S. **Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes Siluriformes do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2014. 140p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária –Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SABAS, C.S.S. & BRASIL-SATO, M.B. Helminth Fauna parasitizing *Pimelodus pohli* (Actinopterygii, Pimelodidae) from the upper São Francisco River, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 23, n. 3, p. 375-382, 2014.

SAMPAIO, E.V.; LÓPEZ, C.M. Limnologias física, química e biológica da represa de Três Marias e do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Org.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas**, 2003. Cap. 4, p. 71-88.

SANTOS, C.P.; GIBSON, D.I.; TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L. Checklist of Acanthocephala associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*, v. 1938, p. 1- 22, 2008.

SANTOS, M.D. **Parasitos Metazoários de *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874), “Serrudo” (Siluriformes, Doradidae), do Rio São Francisco, Brasil**. 2003. 40p. Monografia (Ciências Biológicas), Seropédica.

SANTOS, M.D. **Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2008. 186f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANTOS, M.D.; ALBUQUERQUE, M.C.; MONTEIRO, C.M.; MARTINS, A.N.; EDERLI, N.B.; BRASIL-SATO, M.C. First report of larval Spiroxys sp. (Nematoda, Gnathostomatidae) in three species of carnivorous fish from Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 4, n. 3, p. 306-311, 2009.

SANTOS – CLAPP, M.D.; BRASIL – SATO, M.C. Comunidade parasitária de *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) do reservatório de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 23, n.3, p. 1-8, 2014.

SARAIVA, A.; SILVA, F.A.; SOUZA, A.T. *Neocucullanus neocucullanus* Travassos, Artigas et Pereira, 1928 (Nematoda: Cucullanidae) from the Characidae fish, *Brycon*

*hilarii* Valenciennes, 1859, from Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 106, n.6, p. 669-672, 2006.

SATO, Y.; GODINHO, H.P.; Migratory fishes of the São Francisco River. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Org.). **Migratory fishes of South America**. Canada: The World Bank, 2003. Cap. 5, p. 199-225.

SATO, Y.; VERANI-FENERICH, N.; NUÑER, A. P. O.; GODINHO, H.P.; VERANI, J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Org.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte**: PUC Minas, 2003. Cap. 13, p. 229-274.

SATO, Y.; GODINHO, H.P.; TORQUATO, V.C.; BARBOSA, N.D.C. Ictiofauna no rio São Francisco. In ÁVILA, F. (Org.). **Guia ilustrado de peixes do rio São Francisco de Minas Gerais**. São Paulo: Empresa das Artes, 2006. p. 69-116.

SERRACCA, L.; CENCETTI, E.; BATTISTINI, R.; ROSSINI, I.; PREARO, M.; PAVOLETII, E.; FIORAVANTI, M.L.; RIGHETTI, M.; DONFRANCESCO, B.D.; ECOLINI, C. Survey on the presence of Anisakis and Hysterothylacium larvae in fishes and squids caught in Ligurian Sea. *Veterinary Parasitology*, v. 196, p. 547-551, 2013.

SMITH, J.W.; WOOTTEN, R. Anisakis e Anisakiasis. *Advances in Parasitology*, v. 16, p. 93-163, 1978.

STURGUES, H.A. The choice of a class interval. *Journal of American Statistical*, v. 21, p. 65-66, 1926.

TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M.A.P.; LACERDA, A.C.F.; YAMADA, F.H., MOREIRA, L.H.A., Ceschini, T.L.; BELLAY, S. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 69, n. 2 (Supl.), p. 691-705, 2009.

TARASCHEWSKI, H. Acanthocephala. In: **Fish Diseases** (EIRAS, J. C., SEGNER, T.; & KAPOOR, B. G., Ed.) Science Publishers, Enfield, v. 2, p. 1023-1062, 2008.

THATCHER, V.E.; Patologia de Peixes da Amazônia Brasileira, 1. Aspectos Gerais. *Acta Amazônica*, v. 11, n. 1, p. 125-140, 1981.

THATCHER, V.E. **Amazon Fish Parasites**. Sofia: Pensoft, 2nd. ed., 2006. 496 p.

TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C. Fauna helminthologica dos peixes de água doce do Brasil. *Archivos do Instituto Biológico de São Paulo*, v. 1, p. 5-68, 1928.

WELCOMME, R. L. River Fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap*, v. 262, p. 1-330, 1985.

WILLIAWS, H.; JONES, A. **Parasitic worms of fish**. London: Taylor & Francis, 1994. 593p.

WOOTTON, R.J. **Ecology of Teleost Fishes**. London. Chapman and Hall, 1990. 440p.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice may, 3rd ed., 1996. 662p.