

UFRRJ
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

DISSERTAÇÃO

**HELMINTOFAUNA DE *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819)
(ACTINOPTERYGII: CHARACIDAE) DO ALTO RIO SÃO
FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL**

FLAVIA GUERRA VIEIRA DE MENEZES

2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**HELMINTOFAUNA DE *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819)
(ACTINOPTERYGII: CHARACIDAE) DO ALTO RIO SÃO
FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL**

FLAVIA GUERRA VIEIRA DE MENEZES

Sob a orientação da Professora
Marilia de Carvalho Brasil Sato

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Parasitologia Veterinária.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2013

639.3748

M543h

T

Menezes, Flavia Guerra Vieira de, 1980-
Helmintofauna de *Astyanax fasciatus*
(Cuvier, 1819) (Actinopterycii: Characidae)
do Alto Rio São Francisco, Minas Gerais,
Brasil / Flavia Guerra Vieira de Menezes. -
2013.

139 f.: il.

Orientador: Marília de Carvalho Brasil
Sato.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Bibliografia: f. 99-116.

1. *Astyanax* (Peixe) - Teses. 2. *Astyanax*
(Peixe) - Parasito - São Francisco, Rio -
Teses. 3. *Astyanax* (Peixe) - Morfologia -
Teses. 4. Relação hospedeiro-parasito -
Teses. 4. Parasitologia veterinária -
Teses. I. Sato, Marília de Carvalho Brasil,
1964- II. Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS


FLAVIA GUERRA VIEIRA DE MENEZES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Parasitologia Veterinária.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/02/2013.




Dr^a. Marília de Carvalho Brasil Sato - DBA/IB/UFRRJ
(Orientadora)



Dr^a. Solange Viana Paschoal Blanco-Brandolini - DBA/IB/UFRRJ



Dr^a. Michelle Daniele dos Santos Clapp - CCBS/UEZO



Dr. Bruno Pereira Berto - DBA/IB/UFRRJ

*...também conhecido como algo “Rio-mar”,
ele não pode mais o interior alagar,
ou a sua transposição falada,
não pode em nada, muito ajudar...*

*pois, o lamento das águas
são as barragens no sertão.
Água muito pobre e clara,
causando a eutrofização.*

*Sem uma vazão ecológica,
lá se vão as piracemas.
E este modelo atual de predador,
faz com que a vazão seja pequena
o rio torna-se sem vida
e a sua biota fluvial sem alimentos.
Demanda da produção elétrica
no Velho Chico em sofrimento...*

*produz barragem sedimentada
que define a sua atual vazão.
Só maldade, com o Velho Chico...!
Isso dá no coração.*

(José Donato)

Aos meus pais, avó e Marcus
pelo apoio na realização de
mais uma etapa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua constante presença em minha vida, me concedendo forças para continuar e chegar ao fim de mais uma etapa.

Aos meus pais, pelo amor e por terem me proporcionado condições de construir o meu caminho profissional. E, mesmo sem resolver diretamente os problemas da Parasitologia, de forma tão generosa contribuíram na minha formação pessoal. Obrigada pelas orações e pelos telefonemas.

A minha avó, mais uma vez pela sabedoria, amor, apoio e paciência. Além disso, por ser uma pessoa com quem pude contar de forma incondicional. Obrigada pelas orações, deram certo!

Ao Marcus, pelo amor, palavras de estímulo e carinho nos momentos de tristeza, estresse e quando achava que não conseguiria. Juro que não peço mais para você rezar por mim todas as noites! Só uma sim e a outra também. Além de esposo, namorado, um grande amigo.

A minha tia “emprestada” Fátima, pelo apoio, paciência e por ser tão solícita aos meus pedidos.

A Profa. Dra. Marília de Carvalho Brasil Sato, pela oportunidade, por sua gentileza em Três Marias e por suas intervenções precisas, que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Yoshimi Sato pelas coletas dos peixes, pela atenção e pela partilha de seus conhecimentos.

A todas as meninas do Labepar, Amandita, Cass, Claudinha e Dani pelo carinho, pelos ensinamentos e pelas bagunças nos congressos.

A Daninha, uma anjinha! Pela ajuda, auxílio, contribuição, não tenho mais sinônimos para lhe agradecer. E, acima de tudo, pela paciência, pela amizade e pelo pão na “chapa” nas madrugadas enquanto trabalhávamos no laboratório em Três Marias.

A Amandita por partilhar os seus conhecimentos em estatística, pela preocupação comigo durante este período complicado e pela amizade.

Aos Professores da área de Biologia, do Departamento de Biologia Animal, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Nedda Garcia R. Mizuguchi, Solange Viana P. Blanco-Brandolini, Hélcio R. Borba, Lenício Gonçalves, Roberto de Xerez e Bruno Pereira Berto. E, também, aos auxiliares administrativos, Valmir Feitosa e Francisco Pinho de Oliveira por terem me recebido tão bem e por todas as gentilezas.

A equipe do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura (CIRPA) de Três Marias da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), MG, aos pescadores, aos motoristas e aos técnicos, pelo carinho durante a minha estada em Três Marias.

Ao Convênio CEMIG GT/CODEVASF, pelo apoio financeiro e logístico.

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, na concessão da bolsa de mestrado.

Enfim, a todos aqueles, que contribuíram para a construção deste trabalho, meu sincero obrigada.

BIOGRAFIA

Flavia Guerra Vieira de Menezes, filha de Sheila Guerra Vieira e Samuel Pedro Vieira, nasceu em 13 de fevereiro de 1980 no Rio de Janeiro, onde encetou o ensino fundamental no Colégio Méier e concluiu os ensinos fundamental e médio no Instituto São João Baptista.

Em março de 1998, ingressou no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), graduando-se em março de 2002 em Licenciatura. Participou dos projetos de pesquisa: “Estudos citogenéticos e moleculares do retardo mental X Frágil” e “Diagnóstico diferencial de portadores de retardo mental idiopático: rastreamento de mutações nos genes *FMRI* e *FMR2*”. Neste período foi bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/PIBIC). Findando com a defesa da monografia intitulada: “Investigação de mosaicismo em indivíduos com retardo mental X frágil”.

Entre agosto de 2003 a agosto 2004, na mesma universidade, obteve o grau de Bacharel em Ciências Biológicas, participando do projeto “Programa de genética humana e aconselhamento familiar” e foi bolsista do Programa de atividades discentes na modalidade Extensão/UERJ.

De março de 2004 a junho de 2005, na UERJ, realizou o curso de Pós-Graduação, a nível de Especialização, em Ensino de Ciências, com a defesa da monografia intitulada: “Professores na educação inclusiva: exclusão ou inclusão?”.

Em março de 2011, ingressou no curso de Pós-Graduação, a nível de Mestrado, em Ciências Veterinárias, área de concentração em Parasitologia Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

RESUMO

VIEIRA-MENEZES, Flavia Guerra. **Helmintofauna de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actynopterygii: Characidae) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2013. 139p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Parasitologia Veterinária). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

O presente estudo teve como objetivo identificar as espécies que compõem a fauna endoparasitária de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais, Brasil, bem como registrar os parâmetros parasitários (prevalência, intensidade e abundância) e os sítios de infecção de cada espécie de helminto de *A. fasciatus*. Além de prover os dados morfométricos e morfológicos das espécies de helmintos, o trabalho também procurou identificar possíveis correlações entre os parâmetros parasitários e o comprimento total, o peso corporal e o sexo dos hospedeiros e investigar interações ecológicas dos mesmos baseando-se na interpretação de possíveis ciclos biológicos dos endohelmintos. Um total de 74 espécimes de *A. fasciatus* foi coletado no alto rio São Francisco à jusante da barragem de Três Marias, município de Três Marias, estado de Minas Gerais (18°12'32''S, 45°15'41''W), no mês de janeiro de 2011 e 2012. Quatorze espécies de parasitos foram encontradas em *A. fasciatus*, sendo distribuídas nos táxons Eucestoda (uma espécie), Nematoda (12 espécies) e Acanthocephala (uma espécie): metacestóides, *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis* (Moreira, Oliveira e Costa, 1994), *Cystidicoloides* sp., *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934, *Rhabdochona* sp., *Spiroxys* sp., *Eustrongylides* sp. e *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998. A fauna de helmintos de *A. fasciatus* caracterizou-se principalmente por larvas de *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp. e larvas e adultos de *P. saofranciscensis* além dos metacestóides. Verificou-se que *A. fasciatus* atua principalmente como hospedeiro intermediário de larvas de uma espécie não identificada de cestóide e de larvas de nematóides, tendo sido a sua dieta o fator responsável por isto; auxilia na transmissão de espécies como *Rhabdochona* sp. para peixes carnívoros e atua também como hospedeiro definitivo para *P. saofranciscensis*, ocupando assim, níveis tróficos distintos.

Palavras-chave: *Astyanax fasciatus*, endoparasitos, helmintos, rio São Francisco.

ABSTRACT

VIEIRA-MENEZES, Flavia Guerra. **Helminth fauna of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actynopterygii: Characidae) of the Upper São Francisco river, Minas Gerais, Brazil.** 2013. 139p. Dissertation (Master in Veterinary Science, Veterinary Parasitology). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

This study aimed to identify the species that compose the endoparasite fauna of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) from the upper São Francisco river to downstream of the dam of Três Marias, Minas Gerais, Brazil, as well as record the parasitic parameters (prevalence, severity and abundance) and sites of infection for each helminths species *A. fasciatus*. Besides providing morphological and morphometric data of helminths species, the study also sought to identify possible correlations between parameters and parasitic total length, body weight and sex of the hosts still investigating ecological interactions of them based on the interpretation of possible cycles of biological endohelminth. A total of 74 specimens of *A. fasciatus* was collected in the upper São Francisco river to downstream of the dam of Três Marias, Três Marias municipality, state of Minas Gerais (18°12'32"S, 45°15'41"W), in the month of January 2011 and 2012. Fourteen species of parasites were found in *A. fasciatus*, being distributed in taxa Eucestoda (one specie), Nematoda (12 species) and Acanthocephala (one specie). They are: metacestodes, *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis* (Moreira Oliveira e Costa, 1994), *Cystidicoloides* sp., *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934, *Rhabdochona* sp., *Spiroxys* sp., *Eustrongylides* sp. and *Neoechinorhynchus pimelodi* Brazil-Sato & Pavanelli, 1998. The helminths fauna of *A. fasciatus* characterized mainly by larvae *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp. and larvae and adults of *P. saofranciscensis* beyond metacestodes. It appears that this fish mainly acts as an intermediate host larvae of an unidentified species of cestode and nematode larvae, your diet has been the factor responsible for this. *Astyanax fasciatus* further assists in transmitting species such *Rhabdochona* sp. for carnivorous fish and also acts as a definitive host for *P. saofranciscensis* occupying so different trophic levels.

Key words: *Astyanax fasciatus*, endoparasites, helminths, Upper São Francisco river.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da bacia do rio São Francisco (Fonte: ANA, 2004).	5
Figura 2. Mapa de localização da coleta de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) no alto São Francisco. 1= jusante da UHE de Três Marias (Fonte: SATO et al., 2003a).	7
Figura 3. (a) Usina hidrelétrica de Três Marias. (b) Detalhe do vertedouro da usina hidrelétrica de Três Marias (Fonte: CEMIG, 2011).	8
Figura 4. Trecho do rio São Francisco a jusante da UHE de Três Marias (Foto da autora).	9
Figura 5. Margem do rio São Francisco totalmente desprotegida sendo utilizada para agricultura entre as cidades de Três Marias e Pirapora (Fonte: www.caminhodosaofrancisco.com.br).	9
Figura 6. <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819), lambari do rabo vermelho, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Barra = 2 cm (foto da autora).	13
Figura 7. Representação esquemática das seis formas larvais dos metacestóides. (Fonte: Chervy, 2002).	21
Figura 8. Metacestóides de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a-d) Cistos corados em hematoxilina de Delafield. (b, c) Cistos com * indicam o número de metacestóides. (d) Setas indicam as ventosas (V) dos espécimes larvais. Barras = 0,2 mm (a, b) e 0,05 mm (c, d).	23
Figura 9. Metacestóides de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a, b) Detalhe das larvas desencistadas. As setas indicam suas ventosas (V). Barras = 0,1 mm (a) e 0,2 mm (b).	24
Figura 10. Espécime larval de <i>Contracaecum</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a-d) Extremidade anterior evidenciando o ceco intestinal (CI), o esôfago (E), o ventrículo (V), o apêndice ventricular (AV), o anel nervoso (AN) e o dente cefálico (DC). (c) Fonte: Moravec (1998). (e) Extremidade posterior, detalhe do ânus (A) e da cauda pontiaguda (CP). (f) Detalhe da região onde se encontra CI, AV e intestino (I). Barras = 0,05 mm (a, b, f), 0,2 mm (c) e 0,02 mm (d, e).	28
Figura 11. Espécime larval de <i>Hysterothylacium</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior evidenciando o dente cefálico (DC). (b) Extremidade anterior indicando a região do poro excretor (PE). (c) Detalhe do poro excretor (PE). (d) Extremidade posterior, detalhe do ânus (A) e da cauda cônica (CC). (e) Fonte: Moravec (1998). Barras = 0,02 mm (a-d) e 0,3 mm (e). ..	31
Figura 12. Espécime no 4º estágio larval de <i>Goezia</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819), do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior mostrando o esôfago (E), o ceco intestinal (CI), o apêndice ventricular (AV) e a extremidade posterior evidenciando a posição do ânus (A). (b) Extremidade anterior, detalhe do lábio (LA) e das fileiras de espinhos pontiagudos e equidistantes (FE). (c) Extremidade posterior, seta indicando a abertura anal (A). (d) Detalhe do ânus (A) e da extremidade caudal cônica com espinhos terminais (ET). Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b-d).	33

Figura 13. Espécime larval de <i>Brevimulticaecum</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior mostrando o dente cefálico (DC). (b) Detalhe da extremidade anterior, mostrando o poro excretor (PE), o esôfago (E), o ceco intestinal (CI) e o ventrículo (V). (c) Detalhe da abertura anal. (d) Diferentes planos de focalização evidenciando os lobos ventriculares (V). Barras = 0,02 mm (a, c-f) e 0,04 mm (b)	35
Figura 14. <i>Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscencis</i> Moreira, Oliveira & Costa, 1994 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a-c) Extremidade anterior da fêmea, evidenciando: (a) Cápsula bucal (CB), esôfago muscular (EM) e esôfago glandular (EG). (b) Espiras (ES) na cápsula bucal. (c) Anel basal e poro excretor. (d) Extremidade posterior da fêmea indicando a abertura anal (A). Barras = 0,2 mm (a, b, d) e 0,02 mm (c)	38
Figura 15. <i>Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscencis</i> Moreira, Oliveira & Costa, 1994 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a, b) Detalhe da extremidade anterior do macho: (a) Cápsula bucal evidenciando papila cefálica (PC), dentes cefálicos (DC) e anel basal (AB). (b) Deirídio (D). Barras = 0,02 mm (a, b)	39
Figura 16. <i>Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscencis</i> Moreira, Oliveira & Costa, 1994 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a-c) Extremidade posterior do macho. (a, b) As setas indicam as papilas pré-cloacais (PR) e papilas pós-cloacais (PO). (c) Espículos (EP). (d) Vulva pós-equatorial (VU) e * larvas no interior do corpo da fêmea. Barras = 0,02 mm (a-c) e 0,05 mm (d)	40
Figura 17. Espécime larval de <i>Procamallanus</i> sp. ₁ de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Larva <i>in totum</i> , setas indicam o esôfago muscular (EM), o esôfago glandular (EG) e o intestino (I). (b) Detalhe da extremidade anterior evidenciando a cápsula bucal (CB), as espiras (EP) e o anel basal (AB). (c) Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A) e as projeções cuticulares (PC). Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b, c)	42
Figura 18. Espécime larval de <i>Procamallanus</i> sp. ₂ de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Larva <i>in totum</i> , setas indicam o esôfago muscular (EM), o esôfago glandular (EG) e o intestino (I). (b) Extremidade anterior evidenciando a cápsula bucal (CB) e o anel basal (AB). (c) Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A) e as projeções cuticulares (PC). Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b, c)	44
Figura 19. Espécime larval de <i>Cystidicoloides</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior indicando o vestíbulo (VE), o anel nervoso (AN), o esôfago muscular (EM) e o esôfago glandular (EG). (b) Detalhe do pseudolábio (PL) e do vestíbulo (VE) na extremidade anterior. (c, d) Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A). Barras = 0,1 mm (b, d) e 0,2 mm (a, c)	46
Figura 20. <i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Vaz & Pereira, 1934 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a, b) Espécime adulto fêmea. (a) Ovos no interior do corpo. (b) *Detalhe dos ovos (O). Barras = 0,2 mm (a) e 0,05 mm (b)	48

Figura 21. <i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Vaz & Pereira, 1934 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior mostrando o vestíbulo (VE), o esôfago muscular (EM), os 1º e 2º anéis de espinhos (AE). (b) Distância entre as fileiras de espinhos da extremidade anterior (AE). (c) Extremidade posterior evidenciando o ânus (A) e a projeção cuticular (PC) caudal. Barras = 0,02 mm (a-c).	49
Figura 22. <i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Vaz & Pereira, 1934 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a-c) Extremidade posterior do espécime adulto macho. (a) Espículo projetado. (b) Setas indicam o espículo esquerdo (E) e o espículo direito (D). (c) Detalhe dos espículos. Barras = 0,02 mm (a-c).	50
Figura 23. Espécime larval de <i>Rhabdochona</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a-c) Extremidade anterior. (a) Vestíbulo (VE), esôfago muscular (EM) e esôfago glandular (EG). (b) Detalhe dos dentes (DT), do protostômio (PR) e do vestíbulo (VE). (c) Deirídio. Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b, c).	53
Figura 24. Espécime larval de <i>Rhabdochona</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A) e a cauda pontiaguda (CP). (b) Vulva (VU). Barras = 0,1 mm (a, b).	54
Figura 25. Espécime larval de <i>Spiroxys</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior, destacando o pseudolábio (PL) e o corpo estriado (CE). (b, c) Extremidade posterior com setas apontando a abertura anal (A), vista ventral e vista lateral, respectivamente. Barras = 0,02 mm (a-c).	56
Figura 26. Espécime larval de <i>Eustrongylides</i> sp. de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a, b) Extremidade anterior. (b) As setas indicam as papilas cefálicas (PP) e o corpo estriado (CE). (c) Extremidade posterior com seta apontando a abertura anal (A). Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b, c).	59
Figura 27. Espécime juvenil de <i>Neoechinorhynchus pimelodi</i> Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a, b) Extremidade anterior. (a) As setas mostram a probóscide (P) e o receptáculo da probóscide (RP). (b) As setas indicam os ganchos de tamanhos de diferentes: grande, médio e pequeno (G). Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b).	63
Figura 28. Espécime juvenil de <i>Neoechinorhynchus pimelodi</i> Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. As setas evidenciam parte posterior do tronco (T) e as bolas ovarianas (BO). Barra = 0,05 m.	64
Figura 29. Representação da ocorrência absoluta dos grupos taxonômicos de helmintos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) em relação aos seus estágios de desenvolvimento do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	72
Figura 30. Representação absoluta e percentual por grupo taxonômico de helmintos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	72
Figura 31. Representação percentual dos sítios de infecção por helmintos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	75
Figura 32. Distribuição percentual da riqueza parasitária de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	78

Figura 33. Correlação entre os descritores ecológicos dos endoparasitos e as classes de comprimento total (CT) de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1a. Morfometria dos espécimes de Nematoda de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	66
Tabela 1b. Morfometria de <i>Goezia</i> sp. (Nematoda) de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	70
Tabela 1c. Morfometria dos espécimes juvenis de <i>Neoechinorhynchus pimelodi</i> Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 (Acanthocephala) de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	70
Tabela 2. Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) com respectivos desvios padrão (DP), amplitude, valor de importância (VI) e sítio de infecção dos parasitos encontrados nos espécimes de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Sa = espécie satélite; Se = espécie secundária; CA = cavidade abdominal; P = peritônio; E = estômago; F = fígado; R = rim; CI = cecos intestinais; IA = intestino anterior; IM = intestino médio; IP = intestino posterior.	74
Tabela 3. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos componentes das infracomunidades de metazoários parasitos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	76
Tabela 4. Índice de dispersão e teste estatístico <i>d</i> dos metazoários parasitos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	76
Tabela 5. Análise dos descritores ecológicos dos espécimes larvais das espécies co-ocorrentes de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	79
Tabela 6. Dados morfométricos dos espécimes de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	81
Tabela 7. Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) com respectivos desvios padrão (DP) dos parasitos encontrados nos machos e nas fêmeas de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco.	82
Tabela 8. Análise dos descritores ecológicos dos helmintos em relação à possível influência do sexo de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	84
Tabela 9. Análise dos descritores ecológicos dos helmintos em relação à possível influência do peso corporal de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	86
Tabela 10. Análise dos descritores ecológicos dos helmintos em relação à possível influência do comprimento total de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.	88

LISTA DE ESPÉCIES DE PEIXES E RESPECTIVAS AUTORIAS

Acestrorhynchus britskii Menezes, 1969
Acestrorhynchus lacustris Lütken, 1875
Astyanax alburnus (Hensel, 1870)
Astyanax altiparanae Garutti & Britski, 2000
Astyanax bifasciatus Gravello & Sampaio, 2010
Astyanax bimaculatus (Linnaeus, 1758)
Astyanax bockmanni Vari & Castro, 2007
Astyanax dissimilis Gravello & Sampaio, 2010
Astyanax eigenmanniorum (Cope, 1894)
Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)
Astyanax gymnogenys Eigenmann, 1911
Astyanax lacustris (Lütken, 1875)
Astyanax longirhinus Gravello & Sampaio, 2010
Astyanax minor Gravello & Sampaio, 2010
Astyanax scabripinnis (Jenyns, 1842)
Astyanax serratus Gravello & Sampaio, 2010
Auchenipterus osteomystax (Miranda Ribeiro, 1918)
Brycon microlepis Perugia, 1897
Brycon orthotaenia Günther, 1864
Bryconops affinis (Günther, 1864)
Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006
Colossoma macropomum (Cuvier, 1816)
Conorhynchus conirostris (Valenciennes, 1840)
Curimatella lepidura Eigenmann & Eigenmann, 1889
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)
Cyphocharax modestus (Fernández-Yépez, 1948)
Cyphocharax nagelii (Steindachner, 1881)
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758
Esox lucius Linnaeus, 1758
Franciscodoras marmoratus (Reinhardt, 1874)
Gymnotus carapo Linnaeus, 1758
Gymnotus inaequilabiatus (Valenciennes, 1839)

Gymnotus silvyus Albert & Fernandes-Matioli, 1999
Hemigrammus marginatus Ellis, 1911
Hemisorubim platyrhynchos (Valenciennes, 1840)
Hoplias lacerdae Miranda Ribeiro, 1908
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)
Leporinus elongatus Valenciennes, 1850
Leporinus friderici (Bloch, 1794)
Leporinus lacustris Amaral Campos, 1945
Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1837)
Leporinus piau Fowler, 1941
Leporinus reinhardti Lütken, 1874
Leporinus taeniatus Lütken, 1875
Loricariichthys brunneus (Hancock, 1828)
Loricariichthys platymetopon Isbrücker & Nijssen, 1979
Moenkhausia costae (Steindachner, 1907)
Moenkhausia sanctaefilomenae (Steindachner, 1907)
Moxostoma poecilurum Jordan, 1877
Myleus levis Eigenmann & McAtee, 1907
Myleus micans (Lütken, 1875)
Orthospinus franciscensis (Eigenmann, 1914)
Pachyurus squamipennis Agassiz, 1831
Paramisgurnus dabryanus Dabry de Thiersant, 1872
Parauchenipterus galeatus (Linnaeus, 1766)
Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)
Pimelodus maculatus Lacépède, 1803
Pimelodus pohli Ribeiro & Lucena, 2006
Prochilodus argenteus Spix & Agassiz, 1829
Prochilodus costatus Valenciennes, 1850
Prochilodus lineatus Valenciennes, 1836
Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829)
Pygocentrus nattereri (Cuvier, 1819)
Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819)
Rhamdia guatemalensis (Günther, 1864)
Roeboides paranensis Fowler, 1932

Roeboides xenodon (Reinhardt, 1851)
Salminus brasiliensis (Cuvier, 1816) (= *Salminus franciscanus* Lima & Britski, 2007)
Salminus hilarii Valenciennes, 1850
Sander vitreus (Mitchill, 1818)
Schizodon knerii (Steindachner, 1875)
Serrapinnus piaba (Lütken, 1875)
Serrasalmus brandtii Lütken, 1875
Serrasalmus maculatus Kner, 1858
Serrasalmus marginatus (Valenciennes, 1837)
Sorubim lima (Bloch & Schneider, 1801)
Tetragonopterus chalceus Spix & Agassiz, 1829
Triportheus angulatus Spix & Agassiz, 1829
Triportheus guentheri (Garman, 1890)
Triportheus nematurus (Kner, 1858)

LISTA DE ESPÉCIES DE PARASITOS E RESPECTIVAS AUTORIAS

- Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809)
Brevimulticaecum regoi Sprent, 1990
Choanoscolex abscissus Riegenbach, 1896
Cystidicoloides dlouhyi Petter, 1984
Cystidicoloides fischeri (Travassos, Artigas e Pereira, 1928)
Cystidicoloides izecksohni (Fabio, 1982)
Cystidicoloides vaucheri Petter, 1984
Eustrongylides excisus Jägerskiöld, 1909
Eustrongylides ignotus Jägerskiöld, 1909
Eustrongylides tubifex Jägerskiöld, 1909
Goezia brasiliensis Moravec, Kohn & Fernandes, 1994
Goezia brevicaeca Moravec, Kohn & Fernandes, 1994
Goezia intermedia Rasheed, 1965
Goezia nonipapillata Osorio-Sarabia, 1982
Goezia spinulosa (Diesing, 1839)
Hysterothylacium aduncum (Rudolphi, 1802)
Hysterothylacium cenotae (Pearse, 1936)
Hysterothylacium fortalezae (Klein, 1973)
Hysterothylacium geschei Torres, Andrade & Silva, 1998
Hysterothylacium japonicum Rajyalakshmi, 1996
Hysterothylacium narayanensis Rajyalakshmi, 1997
Hysterothylacium nipponense (Moravec & Nagasawa, 1998)
Hysterothylacium patagonense Moravec, Urawa & Coria, 1997
Hysterothylacium perezi Gopar-Merino, Osorio-Sarabia & Garcia-Prieto, 2005
Hysterothylacium physiculi Moravec & Nagasawa, 2000
Hysterothylacium reliquens (Norris & Overstreet, 1975)
Hysterothylacium rhamdiae Brizzola & Tanzola, 1995
Hysterothylacium winteri Torres & Soto, 2004
Monticellia coryphicephala Monticelli, 1891
Monticellia loyolai Pavanelli & Machado dos Santos, 1992
Neoechinorhynchus buckeri Amin & Heckmann, 2009
Neoechinorhynchus buttnerae Golvan, 1956

Neoechinorhynchus curemai Noronha, 1973
Neoechinorhynchus macronucleatus Machado-Filho, 1954
Neoechinorhynchus paraguayensis Machado-Filho, 1959
Neoechinorhynchus pimelodi Brasil-Sato & Pavanelli, 1998
Neoechinorhynchus prochilodurum Nickol & Thatcher, 1971
Neoechinorhynchus pterodoridis Thatcher, 1981
Neoechinorhynchus tenellus (Van Cleave, 1913)
Procamallanus (Spirocamallanus) fulvidraconis Li, 1935
Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Procamallanus (Spirocamallanus) neocaballeroi (Caballero, 1977)
Procamallanus (Spirocamallanus) rebecca (Andrade, Pineda & Garcia, 1994)
Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis (Moreira, Oliveira & Costa, 1994)
Vicente e Pinto, 1999
Proteocephalus macrophallus (Diesing, 1850)
Proteocephalus microscopicus Woodland, 1935
Proteocephalus renaudi Chambire & Vaucher, 1994
Quadrigyrus torquatus Van Cleave, 1920
Rhabdochona acuminata (Molin, 1860)
Rhabdochona bifidum Kakar & Bilqees, 2007
Rhabdochona bolani Kakar, Bilqees & Ahmad, 2008
Rhabdochona canadensis Moravec & Arai, 1971
Rhabdochona cephalodiverticula Kakar, Bilqees & Ahmad, 2008
Rhabdochona cubensis (Moravec & Coy Otero, 1987)
Rhabdochona denudata (Dujardin, 1845)
Rhabdochona edentati Paul & Majumdar, 1994
Rhabdochona ergensi Moravec, 1968
Rhabdochona fabianae Ramallo, 2005
Rhabdochona hellichi Skryabin, 1948
Rhabdochona hingoli Kakar & Bilqees, 2007
Rhabdochona kidderi texensis Moravec & Huffman, 1988
Rhabdochona kideri kideri Pearse, 1936
Rhabdochona lichtenfelsi Sánchez-Alvarez, García-Prieto & Pérez-Ponce de León, 1998
Rhabdochona mexicana Caspeta-Mandujano, Moravec & Salgado-Maldonado, 2000
Rhabdochona milesi Kakar, Bilqees & Nawaz, 2008

Rhabdochona nushkiai Kakar & Bilqees, 2007
Rhabdochona phoxini Moravec, 1968
Rhabdochona puylaerti Moravec 1983, Paul & Majumdar, 1994
Rhabdochona uruyeni Díaz-Ungría, 1968
Rhabdochona uvaginus Kakar & Bilqees, 2007
Rhabdochona varmai (Gupta & Masoodi, 1990) Moravec, Lorber & Konečný
Rhabdochona watsoniai, Kakar & Bilqees, 2007
Spinitectus asperus Travasso, Artigas & Pereira, 1928
Spinitectus carolini Holl, 1928
Spinitectus multipapillatus Petter, 1987
Spinitectus pachyuri Petter, 1984
Spinitectus rodolphiheringi Vaz & Pereira, 1934
Spinitectus rodolphiheringi Vaz & Pereira, 1934
Spinitectus yorkei Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Spiroxys contortus (Rudolphi, 1819)
Spiroxys corti Caballero, 1935
Spiroxys susanae Caballero, 1941
Spiroxys triretrodens Caballero & Zerecero, 1943

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Caracterização da área de estudo	3
2.1.1 Bacia do rio São Francisco	3
2.1.2 Alto rio São Francisco	6
2.2 Aspectos gerais da classificação das espécies de <i>Astyanax</i> Baird & Girard, 1854.....	11
2.3 Peixe	12
2.3.1 Taxonomia, aspectos alimentares e reprodutivos e distribuição geográfica de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	12
2.3.2 Coleta, identificação, classificação e depósito dos peixes.....	15
2.3.3 Necrópsia dos peixes	15
2.4 Parasitos	16
2.4.1 Coleta, fixação e processamento dos parasitos	16
2.4.2 Classificação, identificação e depósitos dos parasitos	16
2.4.3 Morfometria e fotomicrografias	16
2.5 Análise estatística dos dados	17
3 RESULTADOS	19
3.1 Taxonomia dos metazoários parasitos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais	19
3.1.1 Classificação e resenha ecológica das espécies de helmintos <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	19
3.1.2 Morfometria das espécies de parasitos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	65
3.2 Composição das comunidades parasitárias e níveis de parasitismo	71
3.3 Riqueza, diversidade e interações interespecíficas das infrapopulações parasitárias	77
3.4 Dados sobre o sexo, o peso e o comprimento total dos espécimes de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	80
3.4.1 Influência do sexo dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das infracomunidades parasitárias	83
3.4.2 Influência do peso corporal dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos da infracomunidades parasitárias	85

3.4.3 Influência do comprimento total dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das infracomunidades parasitárias	87
4 DISCUSSÃO	90
5 CONCLUSÕES	97
6 CONSIDERAÇÃO FINAL	98
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXO	117

1 INTRODUÇÃO

Em uma recente classificação evolutiva, para o reino Animalia, 1.552.319 espécies têm sido descritas em 40 filis (ZHANG, 2011). Entre os cordados, os peixes incluem 534 famílias, 5.017 gêneros e 31.958 espécies. Segundo Eschmeyer e Fong (2011), a classe Actinopterygii apresenta 46 ordens, dentre elas, Characiformes com 19 famílias, sendo Characidae, a maior representante pelo número de gêneros (156) e espécies (1.126).

A América do Sul possui a maior diversidade de peixes de água doce do mundo, cerca de 4.475 espécies identificadas distribuídas em 71 famílias. Dentre elas, Characidae continua sendo a maior por apresentar 952 espécies identificadas (REIS et al., 2003), incluindo as espécies alocadas em *Astyanax* (GARAVELLO; SAMPAIO, 2010), além de 400 com taxonomia incerta (REIS et al., 2003).

Segundo Luque e Poulin (2007), os primeiros estudos parasitológicos na América Latina e no Caribe datam do século XIX e foram resultado de expedições de naturalistas estrangeiros como, Diesing (1850), Kroyer (1863), Heller (1865) e Bouvier (1897). Por um longo período, as pesquisas ictioparasitológicas eram exclusivamente taxonômicas, entretanto, somente nas últimas décadas é crescente o número de listagens e de livros que agruparam essas informações sobre os diversos grupos de parasitos em diferentes regiões biogeográficas (MORAVEC, 1998; KOHN; COHEN, 1998; REGO et al., 1999; VICENTE; PINTO, 1999; KOHN; PAIVA, 2000; REGO, 2002; BRASIL-SATO, 2003; THATCHER, 2006; KOHN et al., 2006; COHEN; KOHN, 2008; SANTOS et al., 2008; SALGADO-MALDONADO, 2008). Na última década, ocorreu um aumento nos trabalhos relacionados à macroecologia (TIMI; POULIN, 2003; VIDAL-MARTINEZ; POULIN, 2003; TAKEMOTO et al., 2005).

Correspondendo à diversidade de peixes dulcícolas da região neotropical, a helmintofauna desses peixes tem favorecido o aumento das pesquisas ictioparasitológicas (THATCHER, 1991; MORAVEC, 1998; FISCHER et al., 2003; REGO, 2003; TAKEMOTO et al., 2005, 2009; SALGADO-MALDONADO, 2006, 2008; COSTA et al., 2011). De acordo com Luque e Poulin (2007), o Brasil ocupava a oitava posição (17,3%) relacionada à riqueza em espécies de parasitos de peixes que compreendia 14 países latino-americanos e o Caribe. Entre os grupos de considerável importância, Nematoda com 24.783 e Platyhelminthes com 29.285 espécies se destacam (ZHANG, 2011), inclusive neste trabalho, devido à riqueza do primeiro e ao número de espécimes encontrado nos dois filis. Recentemente, HODDA (2011) propôs três classes, 31 ordens, 267 famílias e 2.829 gêneros pertencentes ao filo Nematoda.

Quanto ao parasitismo na bacia do rio São Francisco, diversas espécies de peixes tiveram sua fauna investigada, em **Characiformes** (Acestrotrichidae: *Acestrotrichus britskii* e *Acestrotrichus lacustris* (COSTA, 2011; COSTA et al., 2011); Anostomidae: *Leporinus obtusidens*, *Leporinus piau*, *Leporinus reinhardti* (MARTINS et al., 2012) e *Schizodon knerii* (MARTINS, 2012; MARTINS et al., 2012); Curimatidae: *Curimatella lepidura* (ALBUQUERQUE et al., 2008); Characidae: *Astyanax bimaculatus* (MENEZES et al., 2011), *Astyanax fasciatus*, *Bryconops affinis*, *Hemigrammus marginatus*, *Moenkhausia costae*, *Orthospinus franciscensis*, *Tetragonopterus chalceus* (ALBUQUERQUE; BRASIL-SATO, 2009) e *Triportheus guentheri* (ALBUQUERQUE; BRASIL-SATO, 2010; ALBUQUERQUE, 2013), *Brycon orthotaenia* (MONTEIRO et al., 2010), *Myleus micans* (BRASIL-SATO; SANTOS, 2003), *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii* (SANTOS et al., 2007; MORAVEC et al., 2008; SANTOS et al., 2009), *Salminus brasiliensis* (BRASIL-SATO, 2002), *Salminus franciscanus* (THATCHER; BRASIL-SATO, 2008), *Serrapinnus piaba* (MENEZES et al., 2010); Prochilodontidae: *Prochilodus argenteus* (MONTEIRO et al.,

2009; EIRAS et al., 2010; MONTEIRO; BRASIL-SATO, 2010; MONTEIRO, 2011), **Siluriformes** (Pimelodidae: *Conorhynchos conirostris* (BRASIL-SATO; SANTOS, 2005), *Pimelodus maculatus* (BRASIL-SATO; PAVANELLI, 1998; BRASIL-SATO; PAVANELLI, 1999; BRASIL-SATO et al., 2000; BRASIL-SATO, 2003; BRASIL-SATO; PAVANELLI, 2004; SANTOS et al., 2007; THATCHER; BRASIL-SATO, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2008; MONTEIRO et al., 2010), *Pseudoplatystoma corruscans* (CORRÊA; BRASIL-SATO, 2008); *Pimelodus pohli* (MARTINS et al., 2012); Doradidae: *Franciscodoras marmoratus* (SANTOS; BRASIL-SATO, 2004) e **Perciformes** (Cichlidae: *Cichla kelberi* (SANTOS, 2008); Sciaenidae: *Pachyurus squamipennis* (SANTOS et al., 2004).

Apesar da fauna parasitária de *A. fasciatus* ter sido investigada em sistemas límnicos de algumas bacias, inclusive na região do alto São Francisco, os registros são incipientes, principalmente, à jusante da barragem de Três Marias, localidade do presente estudo. São reconhecidos atualmente os seguintes parasitos de *A. fasciatus*: *Auriculostoma astyanace* (SCHOLZ et al., 2004), *Brevimulticaecum* sp. (VIEIRA et al., 2010), *Capillostrongyloides sentinosa* (MORAVEC, 1998), *Contraecum* sp. (MOREIRA, 1994; MORAVEC, 1998; ALBUQUERQUE, 2013), *Cystidicoloides* sp. (ALBUQUERQUE, 2013), *Falcaustra* sp. (MORAVEC, 1998), *Goezia* sp. (ALBUQUERQUE, 2013), *Hysterothylacium* sp. (ALBUQUERQUE, 2013), metacestóides de proteocefalídeos (ALBUQUERQUE, 2013), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii* (MORAVEC, 1998), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *neocaballeroi* (MORAVEC; VARGAS-VÁSQUEZ, 1996; MORAVEC, 1998; SALGADO-MALDONADO, 2008), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *rebecae* (SALGADO-MALDONADO, 2008), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis* (MOREIRA, 1994; MOREIRA et al., 1994; ALBUQUERQUE, 2013), *Quadrigyrus torquatus* (THATCHER, 2006), *Rhabdochona acuminata* (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006), *Rhabdochona kidderi* e *Rhabdochona mexicana* (SALGADO-MALDONADO, 2008), *Spinitectus rodolphiheringi* (ALBUQUERQUE, 2013) e *Spiroxys* sp. (MORAVEC, 1998; ALBUQUERQUE, 2013).

Com a construção da barragem de Três Marias, nas últimas décadas ocorreu o declínio da pesca e redução das cheias impedindo a migração dos peixes (GODINHO; GODINHO, 2003), ocasionando prováveis alterações na composição da fauna dos parasitos no ambiente à jusante da barragem. A análise parasitológica de peixes coletados nesta área do alto São Francisco poderá constituir-se em mais um elemento para avaliação desta importante questão.

Astyanax fasciatus por ser encontrada em diversas bacias hidrográficas brasileiras, participa em vários ciclos biológicos de helmintos e ocupa diferentes níveis tróficos na teia alimentar, sendo que como hospedeiro intermediário de helmintos, os hospedeiros definitivos devem ser peixes, aves ou mamíferos piscívoros. A investigação helmintológica poderá elucidar ciclos biológicos nos hospedeiros definitivos do alto São Francisco e a análise parasitária poderá ser útil como advertência do potencial zoonótico aos consumidores do pescado e na profilaxia minimizando a possível ação de parasitos sobre os estoques produzidos.

Este trabalho teve como objetivos identificar as espécies da fauna de helmintos de *A. fasciatus* coletados em um trecho do alto rio São Francisco à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais, Brasil; registrar os parâmetros parasitários (prevalência, intensidade e abundância) e os sítios de infecção de cada espécie de helminto; prover os dados morfométricos e morfológicos das espécies de helmintos; identificar possíveis correlações entre os parâmetros parasitários e o comprimento total e o peso corporal e o sexo dos hospedeiros e investigar interações ecológicas dos hospedeiros baseando-se na interpretação de possíveis ciclos biológicos dos endohelmintos registrados no alto São Francisco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

2.1.1 Bacia do rio São Francisco

A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui uma das mais importantes disponibilidades hídricas do Brasil. É a mais extensa das bacias exclusivamente brasileiras. Com 634.781 km² de área, ocupa 8% do território nacional, onde se distribuem 506 municípios com população de 18.218.577 habitantes (IBGE, 2012). O rio São Francisco nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra, sul de Minas Gerais, atravessando os estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e parte de Goiás e Distrito Federal (BRASIL, 2006) (Figura 1). Em relação à vazão média deste rio (2.850 m³/seg), destaca-se Minas Gerais responsável por 73,9% e os outros 26,1% estão distribuídos pelas demais unidades da federação (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003).

A bacia está dividida em quatro trechos: **alto**, da nascente até a cidade de Pirapora (MG) – 111.804 km², correspondendo a 17% da região, **médio**, de Pirapora até Remanso (BA) – 339.763 km², 53% do segmento, **submédio**, de Remanso até Paulo Afonso (BA) – 155.637 km², 24,4% da região e **baixo**, de Paulo Afonso até a foz, entre Sergipe e Alagoas – 32.013 km², 5,1% da região. As maiores precipitações pluviométricas nos vales médio e alto do São Francisco ocorrem de novembro a março. O período de estiagem ocorre entre abril e outubro, sendo junho, julho e agosto, meses de menores precipitações (SATO; GODINHO, 1999; BRASIL, 2007).

O rio São Francisco possui entre rios, riachos, ribeirões, córregos e veredas, 168 afluentes, dos quais 99 são perenes e 69 são intermitentes. Os maiores afluentes perenes na margem esquerda são Paracatu, Urucaia, Carinhanha, Corrente e Grande, na margem direita são das Velhas, Jequitaiá e Verde Grande (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003).

No terço inferior da calha principal do rio encontram-se as hidrelétricas de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, complexo de Paulo Afonso e Xingó. E, no terço superior, o reservatório de Três Marias, cuja implantação se deu na década de 1960 e apresenta quando em sua cota máxima, área de 100 mil hectares e volume de 21 bilhões de metros cúbicos (BRITSKI et al., 1988). A barragem apresenta área aterrada de 2.700 m de extensão e altura máxima de 75 m (SAMPAIO; LÓPEZ, 2003). Teve como objetivos, regularizar o rio São Francisco, facilitar a navegação entre as cidades de Pirapora e Juazeiro, controlar as cheias, viabilizar a implantação de projetos de irrigação, melhorar o funcionamento das usinas hidrelétricas no submédio São Francisco e produzir energia (BRITSKI et al., 1988; CODEVASF, 1991). Em relação às suas múltiplas utilizações é oportuno enfatizar o importante papel da geração de energia hidrelétrica sem deixar de considerar os sérios impactos nos ecossistemas aquáticos e na ictiofauna, tais como desmatamento de áreas de mata ciliar, atividades agropecuárias, despejo de esgotos domésticos e efluentes de mineradoras (GODINHO; GODINHO, 2003; SATO; SAMPAIO, 2005). Devido a estes problemas, desde 1980, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) optou pelo repeixamento (BAHIA, 2007).

A fauna ictiológica da bacia é constituída por 184 espécies, excetuando aquelas que regularmente migram entre o mar e a água doce (diádromas) (GODINHO; GODINHO, 2006). Sato et al. (2003a) elegeram sete espécies importantes para a pesca, possivelmente, migradoras de longas distâncias: *B. orthotaenia*, *C. conirostris*, *P. argenteus*, *Prochilodus costatus*, *S. brasiliensis* e *P. corruscans*. Geralmente, são encontradas em ambientes lóticos,

possuem grande porte e importância comercial na atividade pesqueira. À jusante da Usina Hidrelétrica (UHE) de Três Marias houve uma diminuição populacional dos peixes ocasionada pelas cheias de menor intensidade, impedindo a reprodução dos peixes e o desenvolvimento dos alevinos nas lagoas marginais (GODINHO et al., 2003).

No contexto político-econômico, o São Francisco é uma das bacias mais estudadas do país e dispõe de um conjunto de elementos que podem fundamentar ações e intervenções de toda ordem em prol da sua sustentabilidade, contando inclusive com o Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2004-2013 (PBHSF), o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) da bacia, Monitoramento de cheias e da cobertura vegetal, entre outras ferramentas (BRASIL, 2009). O Plano concede atenção especial ao uso sustentável dos recursos hídricos e recuperação ambiental da bacia, abrangendo ações de conservação, recuperação da ictiofauna e biodiversidade, ações de manejo florestal, recomposição vegetal, preservação de vegetação remanescente, controle e redução de riscos de contaminação de águas devido a atividades de mineração e ordenamento das atividades de extração de areia e garimpo (BRASIL, 2006).



Figura 1. Mapa de localização da bacia do rio São Francisco (Fonte: ANA, 2004).

2.1.2 Alto rio São Francisco

A área de coleta, o alto rio São Francisco apresenta 630 km de extensão da nascente até Pirapora com águas rápidas, frias e oxigenadas. O rio São Francisco, à jusante da barragem de Três Marias (Figuras 2 e 3), recebe água apenas das regiões mais profundas do reservatório, quando a entrada da tomada d'água encontra-se a poucos metros acima do leito original do rio. Também, recebe águas de dois rios principais, o Abaeté e o de Janeiro (SAMPAIO; LÓPEZ, 2003). A região apresenta temperatura média anual entre 22°C a 23°C, sendo a mínima anual entre 15°C e 16°C e a máxima entre 29°C e 30°C. O clima é considerado tropical úmido com precipitação anual de 1.200 a 1.500 mm entre os meses de novembro e abril, os meses mais secos (frios) são compreendidos entre junho e agosto (SATO; GODINHO, 1999). A vegetação é de florestas e cerrado, as margens daquele rio apresentam matas ciliares em extensões que variam de 0 a 50 m de largura (Figura 4). Entre estas matas existem extensas áreas ocupadas por pastagens, plantios de cana-de-açúcar e habitações ribeirinhas. A cerca de 1 km da barragem de Três Marias, na margem direita do rio, encontra-se a usina Companhia Mineira de Metais que produz, principalmente, derivados de zinco e de ácido sulfúrico. Diferentemente do reservatório de Três Marias, macrófitas *Eichornia azurea* (Schwartz) Kunth, 1843, fonte alimentar para animais aquáticos e terrestres, podem ser observadas nas margens do rio (SAMPAIO; LÓPEZ, 2003). Sua área de drenagem corresponde cerca de 9,8% (61.880 km²) de toda a bacia do São Francisco. Seus principais afluentes são os rios Pará, Paraopeba, Indaiá e Abaeté (SATO; GODINHO, 1999).

A região do alto da bacia divide-se em: sub-bacia do rio São Francisco-Sul, sub-bacia do rio Paraopeba e sub-bacia do rio Pará. Quanto às principais atividades econômicas que afetam a ictiofauna do rio São Francisco, na primeira sub-bacia existem a mineração de diamante e calcáreo; as indústrias de laticínios, as siderúrgicas, os matadouros; agropecuária e saneamento básico e onde situa-se a UHE de Três Marias. Na segunda sub-bacia as atividades são de mineração de exploração de areia, argila, ferro e manganês; indústrias siderúrgicas, alimentícias, têxteis, automobilísticas, bebidas; horticultura e saneamento básico. Por fim, na terceira sub-bacia ocorrem as atividades de mineração de areia, granito e ardósia; indústrias alimentícias, têxteis e químicas; horticultura, avicultura, suinocultura e saneamento básico (IGAM, 2003). Associado a estas instalações, surgem os problemas ambientais para o sistema aquático que diminuem a produção pesqueira como, despejos de esgotos domésticos e industriais, destruição das matas ciliares com a proximidade das populações ribeirinhas, uso inapropriado da terra, destruição das lagoas marginais para monoculturas, contaminação por agrotóxicos, pesticidas e metais pesados proveniente das mineradoras (SATO; SAMPAIO, 2005) (Figura 5).

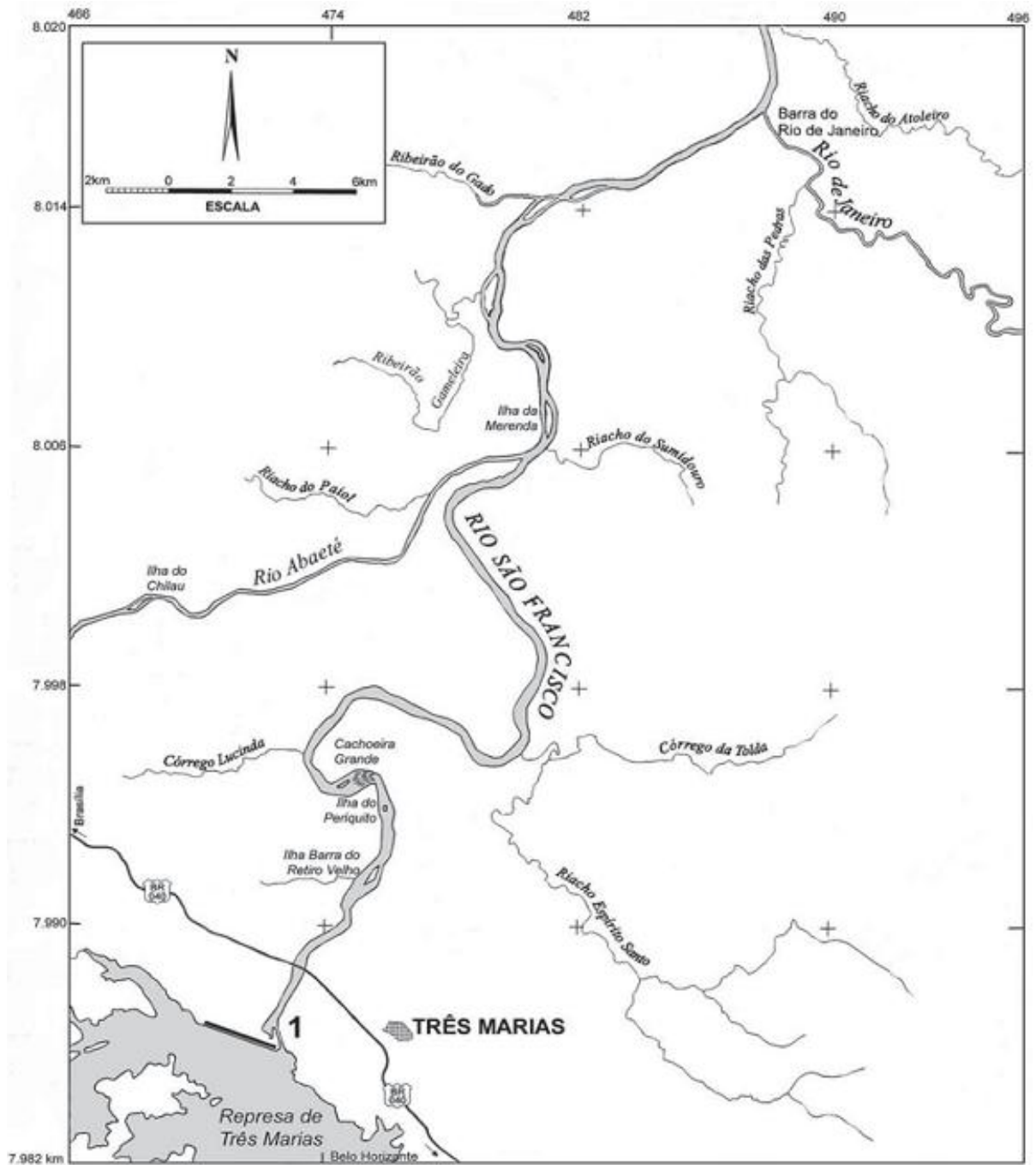


Figura 2. Mapa de localização da coleta de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) no alto São Francisco. 1= jusante da UHE de Três Marias (Fonte: SATO et al., 2003a).



Figura 3. (a) Usina hidrelétrica de Três Marias. (b) Detalhe do vertedouro da usina hidrelétrica de Três Marias (Fonte: CEMIG, 2011).



Figura 4. Trecho do rio São Francisco a jusante da UHE de Três Marias (Foto da autora).



Figura 5. Margem do rio São Francisco totalmente desprotegida sendo utilizada para agricultura entre as cidades de Três Marias e Pirapora (Fonte: www.caminhodosaofrancisco.com.br).

A ictiofauna do alto São Francisco é composta por 127 espécies representada por várias ordens, Characiformes, Clupeiformes, Cypriniformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes, Perciformes, Siluriformes e Synbranchiformes. Dentre essas, destaca-se a Characiformes com o maior número de famílias, inclusive Characidae contemplando as seguintes espécies: *A. bimaculatus*, *A. fasciatus*, *Astyanax lacustris*, *B. orthotaenia*, *B. affinis*, *Colossoma macropomum*, *H. marginatus*, *M. costae*, *Moenkhausia sanctaefilomenae*, *M. micans*, *O. franciscensis*, *Piaractus mesopotamicus*, *P. piraya*, *Roeboides xenodon*, *S. brasiliensis*, *Salminus hilarii*, *Serrasalmus brandti*, *T. chalceus* e *T. guenterii* (SATO; SAMPAIO, 2005). Os recursos alimentares que sustentam toda esta ictiofauna responsáveis pela manutenção da produtividade pesqueira do rio São Francisco à jusante da barragem de Três Marias são de origem alóctone cujos fornecedores são a vegetação marginal e as variações do nível da água (ALVIM; PERET, 2004).

A pesca, enquanto atividade comercial, é responsável por cerca de 650 a 700 mil toneladas das capturas para a produção do pescado no alto São Francisco. As espécies de peixes apreendidas foram *B. orthotaenia*, *P. argenteus*, *P. costatus*, *P. corruscans*, *P. maculatus* e *S. brasiliensis* (SATO; SAMPAIO, 2005).

Das cerca de 160 espécies de peixes listadas para a bacia do São Francisco (BRITSKI et al., 1988; SATO; GODINHO, 1999) apenas uma pequena parte faz piracema. Entre essas, destacam-se aquelas que realizam longos movimentos, como curimatás (*P. argenteus* e *P. costatus*), dourado (*S. brasiliensis*), piau-verdadeiro (*L. obtusidens*), surubim (*P. corruscans*), matrinhã (*B. orthotaenia*) e pirá (*C. conirostris*).

No alto da bacia estão instaladas as UHEs Cajuru, Conselheiro Mata, Gafanhoto, Pandeiros, Paraúna, Rio das Pedras e Três Marias. Estas barragens são responsáveis pela diminuição das dimensões vertical, lateral e temporal do rio, modificação de condições térmicas e instabilização de regimes hidrológicos, afetando negativamente o segmento de jusante (AGOSTINHO et al., 1992). Também, o desmatamento, a urbanização, a expansão da indústria e a mecanização na agricultura são os principais fatores de pressão sobre a qualidade e quantidade de água na região (BRASIL, 2009).

A estratificação térmica na época do verão (novembro a fevereiro), no reservatório de Três Marias, ocasiona alterações no regime hidrológico como, atenuação e retardamento dos picos de cheias, causados pelos pulsos de vazão e, esses por sua vez, determinados por exigências operacionais que ocasionam condições térmicas e hidrodinâmicas muito instáveis (AGOSTINHO et al., 1992). A temperatura da água, abaixo de 24°C, a transparência elevada, o menor teor de oxigênio dissolvido e a redução da descarga (vazão) durante o verão são características influenciadas pela água mais profunda do reservatório (hipolímnio) que é liberada à jusante da UHE de Três Marias. Estes fatores podem interferir na migração reprodutiva e na desova de algumas espécies de peixes no período de piracema. Segundo Parkinson et al. (1999), a migração para a desova e o sucesso reprodutivo de uma espécie podem estar associados ao aumento de volume e à elevação da temperatura da água. Citam, também, a classificação dos estágios de maturação das gônadas: repouso, maturação, maduro e desovado ou espermiado. Nesse trecho, a maioria das fêmeas encontrava-se em repouso, ou seja, atraso na atividade reprodutiva, mesmo que algumas apresentassem desenvolvimento gonadal, não conseguiriam efetivar a desova, desenvolvendo amplo processo de atresia ovariana. Além disso, não ocorreram desovas de peixes migradores da área à jusante da UHE de Três Marias até o pontal do rio Abaeté (SATO et al., 2003a). O rio São Francisco é rico em lagoas marginais nas suas várzeas, mas a regularização do regime hidrológico por barragens reduz a entrada de água nestas lagoas, locais de progênie de peixes de piracema e desenvolvimento de muitas espécies (SATO; SAMPAIO, 2005).

Por ser um ambiente singular, rico em peixes e espécies endêmicas, a calha principal do rio São Francisco à jusante do reservatório de Três Marias e os seus tributários foram considerados como áreas para a conservação da biodiversidade do estado de Minas Gerais (GODINHO; GODINHO, 2003).

2.2 Aspectos gerais da classificação das espécies de *Astyanax* Baird & Girard, 1854

Na ordem Characiformes, muitas famílias e subfamílias podem ser diferenciadas uma das outras pela presença de escamas ctenóides cobrindo todo o corpo, com exceção da cabeça; pré-maxilar fixo ao crânio; cinco a doze raios nas nadadeiras pélvicas; dezoito raios na nadadeira caudal, presença de uma nadadeira adiposa sem raios e linha lateral (BRITSKI et al., 1988).

Em Characidae, cerca de 250 gêneros se encontram na América do Sul distribuídos em 30 subfamílias, sendo Acestrorhynchinae, Bryconinae, Characidiinae, Characinae, Cheirodontinae, Cynopotaminae, Glandulocaudinae, Myleinae, Salmininae, Stethaprioninae, Tetragonopterinae, Triportheinae, Serrasalminae encontradas no rio São Francisco (BRITSKI et al., 1988). Devido à complexidade, dificuldades na classificação taxonômica e cladística desta família, 88 gêneros estão listados em um grupo provisoriamente denominado *Incertae sedis*, incluindo 620 espécies. Dentre essas, 86 pertencem ao gênero *Astyanax* (BUCKUP; MENEZES, 2003; LIMA et al., 2003).

Astyanax se destaca por ser o maior agrupamento taxonômico na região neotropical (GURGEL, 2004) com 137 espécies listadas (REIS et al., 2003) e classificadas na ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Tetragonopterinae. Apesar do grande número, outras espécies continuam sendo descobertas ou redescritas. Em 2007, Vari e Castro propuseram uma nova espécie *Astyanax bockmanni* originalmente identificada como *Astyanax eigenmanniorum* por Cope em 1894. Outras cinco espécies deste gênero da bacia do rio Iguazu foram descritas: *Astyanax longirhinus*, *Astyanax minor*, *Astyanax bifasciatus*, *Astyanax serratus* e *Astyanax dissimilis* e uma redescrita: *Astyanax gymnogenys* por meio de comparações com as espécies já definidas e observação de combinações de caracteres: morfologia dos dentes, número de cúspides e escamas da linha lateral, séries longitudinais de escamas, rastros branquiais, distância entre o terceiro infraorbital e o pré-opérculo e diferenças morfométricas na cabeça e no tronco (GARAVELLO; SAMPAIO, 2010).

Estudos citogenéticos em *Astyanax scabripinnis* têm revelado que a diversidade cariotípica é bastante ampla, sendo denominada por Moreira-Filho (1989) como o “complexo *scabripinnis*”. Este complexo é restrito às nascentes de rios tributários e a lugares com barreiras interpopulacionais constituindo populações isoladas de peixes, as quais são determinantes para o processo da diferenciação cromossômica e, conseqüente, especiação. Mizoguchi e Martins-Santos (1998) revelaram diferenças no número e nos tipos de cromossomos diplóides ($2n = 48$ e $2n = 50$) entre as populações do complexo pertencentes a bacias hidrográficas distintas e, em alguns casos, a diversidade de cariótipos estava de acordo com as diferenças morfológicas. Recentemente, Tagliacollo et al. (2011) descreveram um novo caracádeo, *Astyanax pirapuan*, pertencente à assembléia de espécies *A. scabripinnis* de tributários do rio Aricá-Mirim, bacia do rio Cuiabá (MT), caracterizando assim uma transformação evolutiva cariotípica acentuada neste grupo de peixe.

2.3 Peixe

2.3.1 Taxonomia, aspectos alimentares e reprodutivos e distribuição geográfica de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)

Astyanax fasciatus foi descrita por Cuvier em 1819 como *Chalceus fasciatus* e combinada com *Astyanax* por Eigenmann em 1917 (Figura 6).

Os espécimes de *A. fasciatus* apresentam corpo alongado; nadadeiras avermelhadas; nadadeira caudal adiposa; escamas com reflexos dourados; mancha umeral difusa, verticalmente alongada; uma faixa lateral prateada ou escura, ao longo do flanco até o fim do pedúnculo caudal; linha lateral com 37 a 41 escamas, quatro a cinco dentes na série externa do pré-maxilar, cinco na interna e maxilar com um dente. Pode atingir até 69,7 g e 14,0 cm (BRITSKI et al., 1988) e até 16,8 cm de comprimento máximo (FROESE; PAULY, 2012). Hirt et al. (2011) relataram comprimento padrão médio (9,93 cm), mínimo (7,0 cm) e máximo (13,5 cm) e, acrescentaram que as fêmeas atingiriam tamanhos maiores que os machos. De acordo com a literatura, estimativas de tamanho de primeira maturação em *A. fasciatus* foram observadas entre 5,0 e 12,2 cm de comprimento (NOMURA, 1975; BARBIERI; BARBIERI, 1988; MARQUES et al., 2007; FONTOURA et al., 2009).

As espécies de *Astyanax* possuem comportamento exploratório, capacidade de se moverem a distâncias consideráveis ao longo dos rios e se adaptarem a uma variedade de habitats, entre eles, córregos, riachos, lagoas, reservatórios, rios (MESCHIATTI, 1995; SANTOS et al., 1995), inclusive em cavernas (SANTOS et al., 1995). A distribuição geográfica de *A. fasciatus* abrange Brasil, Peru, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, Panamá, Uruguai e Venezuela (FOWLER, 1951); enfim, as Américas do Norte, Sul e Central, a maioria das bacias do México a Argentina (FROESE; PAULY, 2012), sendo sua localidade tipo o rio São Francisco e seu maior afluente, o rio das Velhas (REIS et al., 2003; BUCKUP et al., 2007).

Na literatura *A. fasciatus* é alvo de muitos estudos sob diversos aspectos, entre eles, morfológico, comportamental, alimentar, reprodutivo, anatomia comparativa, bioindicador de poluição, parasitológico e ecológico dos mais diversos habitats nas bacias hidrográficas brasileiras como, rio Maquiné – RS (MESCHIATTI, 1995), reservatório de Corumbá – rio dos Sinos – RS (SCHULZ; MARTINS-JÚNIOR, 2000), reservatório de Volta Grande – rio Grande – MG e SP (BRAGA, 2001), rio Ceará Mirim – RN (GURGEL, 2004), rio Amazonas (THATCHER, 2006), reservatório de Laje – RJ (PARAGUASSÚ; LUQUE, 2007), alto rio Paraná (TAKEMOTO et al., 2009), rio das Pedras – Guarapuava – PR (WOLFF et al., 2009), alto do rio Iguaçu (SILVA et al., 2010), alto rio São Francisco – MG (MENIN; GRATIVOL, 1992; ALBUQUERQUE, 2013), rio Aricá-Mirim – Chapada dos Guimarães – MT (TAGLIACOLLO et al., 2011), reservatório de Taperoá – PA (MONTENEGRO et al., 2012), entre outros.



Figura 6. *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819), lambari do rabo vermelho, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Barra = 2 cm (foto da autora).

Em confinamento, *A. fasciatus* pratica a predação por mutilação ao arrancar lateralmente e ingerir escamas e parte das nadadeiras dos peixes de sua espécie para alimentação, fato verificado nos peixes deste estudo, visto que alguns espécimes após a captura foram acondicionados em tanques para imediatas necrópsias (SATO Y., comunicação pessoal). A lepidofagia, após necrópsias do estômago, foi observada em outros caracídeos capturados em ambientes naturais, *Roeboides paranensis* (HAHN et al., 2000), *R. xenodon* (alguns espécimes coletados e necropsiados em Três Marias para a realização do presente estudo), *Astyanax alburnus*, *A. bimaculatus*, *A. eigenmanniorum*, *A. fasciatus*, *A. scabripinnis* (VILELLA et al., 2002).

Os representantes da subfamília Tetragonopterinae, devido ao pequeno porte, elegem ambientes de pouca correnteza e com muita vegetação. As características do ambiente e suas alterações correlacionam-se com a flexibilidade na utilização dos recursos alimentares (ABELHA et al., 2001; VILELLA et al., 2002). O lambari do rabo vermelho, como é conhecido, possui dieta onívora por apresentar um espectro alimentar muito amplo, consumindo flores, folhas, frutos, sementes, algas, insetos, crustáceos, peixes e detritos (HAHN et al., 2000, ANDRIAN et al., 2001; VILELLA et al., 2002; WOLFF et al., 2009; HIRT et al., 2011). De acordo com Vilella et al. (2002) e Pompeu e Godinho (2003), os lambaris são, preferencialmente, insetívoros e zooplantófagos, respectivamente. Apesar do pequeno porte e de não possuir valor comercial expressivo, é bastante apreciado como petisco e isca para a pesca esportiva (SANTOS et al., 1995), do ponto de vista ecológico, é um forrageiro e potencial hospedeiro intermediário de espécies de nematóides que se desenvolverão até a maturidade em outros peixes que possuem maior importância econômica. A espécie não é de piracema, o período de atividade sexual, no qual se inclui a desova, é longo, entre os meses de novembro e março. Sua reprodução no reservatório de Três Marias consiste em desova parcelada, com maturação final dos ovócitos em vários lotes, ocorrendo mais de uma ovulação por período reprodutivo (MINAS GERAIS, 2006). De acordo com Hirt et al. (2011), a fecundidade média foi de 4.000 a 9.300 oócitos nos indivíduos capturados. Os peixes não migradores possuem ovos adesivos, com substâncias em sua casca, as quais promovem a aderência entre eles ou a outras superfícies, como as plantas submersas (SATO et al., 2003b).

Geralmente, as espécies deste gênero são potenciais dispersores de sementes, principalmente macrófitas, desta forma, têm participação importante na integridade da vegetação ciliar (VILELLA et al., 2002). Menni et al. (1996) relataram que os peixes não migratórios, com extensa abrangência territorial, papel relevante na cadeia alimentar ribeirinha, com baixa vulnerabilidade (FROESE; PAULY, 2012) e relativamente tolerantes à degradação ambiental têm sido utilizados como indicadores biológicos. O lançamento de esgotos domésticos, industriais e agrícolas em decorrência da atividade humana aumenta a toxicidade do ecossistema aquático. Os metais pesados, os hidrocarbonetos e os hidrocarbonetos halogenados são acumulados em cadeias alimentares aquáticas causando efeito agudo ou crônico em populações de peixes (HERRICK, 1991). A presença de *A. fasciatus* em ambientes de estocagem, em reservatórios e à jusante de barragens é extremamente importante para a preservação da integridade ecológica desses corpos d'água, das populações e das comunidades de peixes. Fato constatado, no rio dos Sinos (RS), por Schulz e Martins-Júnior (2001), em experimentos de biomonitoramento da influência da qualidade da água sobre o potencial reprodutivo dos peixes. Segundo estes autores, a contaminação da água interferiu no sistema reprodutivo de *A. fasciatus*, diminuindo o índice gonadal, a relação gônado-somática e o diâmetro médio dos ovócitos. Portanto, esses peixes têm sido úteis como indicadores de degradação dos ecossistemas aquáticos.

2.3.2 Coleta, identificação, classificação e depósito dos peixes

No alto rio São Francisco à jusante da barragem de Três Marias, município de Três Marias, estado de Minas Gerais (18° 12'32''S, 45° 15'41''W) foram coletados 74 espécimes de *A. fasciatus* pela equipe profissional do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura (CIRPA) da CODEVASF. As coletas ocorreram durante o período chuvoso no mês de janeiro de 2011 e 2012, com auxílio de rede de espera com malha menor que 2,5 cm, colocadas durante a noite e retiradas ao amanhecer.

Para a identificação dos peixes foi utilizada as chaves contidas em Britski et al. (1988) e a classificação adotada seguiu a proposta de Reis et al. (2003). Os espécimes representativos de *A. fasciatus* foram depositados em coleções científicas no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, sob o número MZUSP 95161.

O presente estudo não apresenta, em seu texto, a autoria do táxon quando uma espécie de peixe é citada, por isso, uma listagem de táxons nominais nos grupos gênero e espécie de peixes e as respectivas autorias foi elaborada utilizando o FishBase (FROESE; PAULY, 2013).

2.3.3 Necrópsia dos peixes

Os dados biométricos aferidos (peso corporal, comprimentos padrão e total) e o sexo discriminado dos peixes capturados foram anotados em um formulário de necrópsia (Anexo), seguindo o protocolo de Amato et al. (1991). Os achados parasitológicos também foram inclusos neste formulário.

A necrópsia dos hospedeiros frescos foi realizada no laboratório de Ictiologia da CIRPA/CODEVASF, Três Marias. Os demais foram fixados e armazenados em frascos individualizados contendo formalina 10% para análise posterior no Laboratório de Biologia e Ecologia Parasitária (LABEPAR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Foi utilizada etiqueta contendo data e local de coleta, sexo, peso corporal, comprimento total e comprimento padrão dos hospedeiros em cada frasco.

Mesmo o estudo se propondo a investigar somente os endohelminhos, todos os órgãos e estruturas foram examinados individualmente: superfície do corpo, olhos, cavidade ocular, cavidades nasal e bucal, coração, fígado, baço, pâncreas, esôfago, estômago, cecos intestinais, intestinos anterior, médio e posterior, bexiga urinária, vesícula gasosa, gônadas, rins e cavidade celomática, com exceção das brânquias. Os procedimentos de necrópsia foram realizados segundo Amato et al. (1991).

A dissecação das estruturas e órgãos foi auxiliada por tesoura fina, pinças, seringas hipodérmicas, estiletos e placa de petri contendo solução salina fisiológica 0,65%. O material exposto foi examinado ao estereomicroscópio Olympus SZ40 evitando, assim, perdas ou prejuízo aos parasitos.

Os olhos foram retirados e transferidos para placas de petri individualizadas. Após incisão, os humores aquoso e vítreo foram extravasados também para análise em estereomicroscópio.

As narinas foram lavadas com jatos de solução salina e raspadas para que o muco fosse recolhido e analisado junto ao líquido das lavagens.

As cavidades ocular, nasal e celomática foram lavadas e os materiais recolhidos em peneira de aço de malha 154 µm e examinados em placas de petri sob estereomicroscópio para verificar a existência de parasitos.

O peritônio e a superfície dos órgãos foram visualizados sob estereomicroscópio antes destes serem isolados e dissecados, para que não houvesse mistura de materiais parasitológicos. Cada órgão dos sistemas digestório, excretor e reprodutor foi exposto e

examinado em uma placa de petri. Em seguida, foram efetuadas lavagens do material em água corrente utilizando peneira da mesma malha para novas observações.

2.4 Parasitos

2.4.1 Coleta, fixação e processamento dos parasitos

Espécimes de eucestóides e nematóides coletados a partir dos *A. fasciatus* frescos foram quantificados, fixados e processados segundo Amato et al. (1991), Eiras et al. (2000) e Thatcher (2006).

Os cistos e as larvas desencistadas de eucestóides foram fixados em 2 partes de ácido acético glacial, 5 partes de formalina comercial e 93 partes de álcool etílico 70°GL (AFA) por 48 horas e armazenados, posteriormente, em álcool etílico 70°GL. Alguns espécimes foram corados em hematoxilina de Delafield, desidratados, clarificados em creosoto de faia e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

Alguns espécimes de eucestóides, nematóides e acantocéfalos foram obtidos de hospedeiros já fixados em formalina 10%, tornando-se inviável a realização do processamento padrão para estes grupos. Devido a isso, os espécimes foram coletados e armazenados em álcool etílico 70°GL. Posteriormente, os espécimes de acantocéfalos foram corados com hematoxilina de Delafield e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

Os espécimes larvais, juvenis e adultos de Nematoda foram fixados em AFA 75°C mantidos nesta solução por 48 horas. Transcorrido este tempo, os nematóides foram conservados em álcool etílico 70°GL. Alguns espécimes foram montados em lâminas temporárias com lactofenol de Amann e outros foram desidratados em série alcoólica, clarificados em lactofenol de Amann, fenol 5% ou creosoto de faia e montados permanentemente entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá para o estudo morfométrico sob microscopia e posterior identificação.

2.4.2 Classificação, identificação e depósitos dos parasitos

A classificação dos parasitos nos níveis mais elevados seguiu o Sistema de Informação da Biodiversidade – *Systema Naturae 2000* (BRANDS, 2010).

As larvas de eucestóides foram classificadas seguindo Rego et al. (1999) e Chervy (2002). Os nematóides foram identificados a níveis genéricos e específicos de acordo com Moravec (1998) e artigos especializados. Os acantocéfalos foram identificados até o nível específico utilizando Amin (1987), Brasil-Sato e Pavanelli (1998) e Thatcher (2006).

Os espécimes representativos dos parasitos foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), RJ.

No presente estudo apresentamos uma lista de espécies de parasitos e as respectivas autorias, tendo sido utilizado para os metacestóides e os nematóides, Chervy (2002) e Moravec (1998), respectivamente e para os acantocéfalos, literatura específica.

2.4.3 Morfometria e fotomicrografias

Para a medição de alguns espécimes de parasitos de *A. fasciatus* foi utilizado o microscópio Nikon Alphaphot-2 adaptando em sua lente um micrômetro ocular. As medidas apresentadas em micrômetros foram convertidas em milímetros, para compará-las com os dados da literatura especializada na identificação das espécies encontradas no presente estudo. As imagens de algumas espécies de helmintos foram observadas e estudadas através de um programa computacional – DinoCapture 2.0, versão 1.3.5. acoplado ao microscópio Olympus BX41.

2.5 Análise estatística dos dados

Os testes estatísticos incluíram somente as espécies de parasitos com prevalência igual ou superior a 10% (BUSH et al., 1990). As análises estatísticas aplicadas as infrapopulações e comunidade parasitária e o nível de significância adotado $p < 0,05$ seguiram a proposta de Zar (1996). Os descritores (prevalência, intensidade e abundância parasitárias) e os termos ecológicos aplicados aos dados parasitológicos foram preconizados por Bush et al. (1997):

- **Prevalência (P):** número de hospedeiros infectados por uma determinada espécie de parasito dividido pelo número de hospedeiros investigados (expresso em porcentagem).
- **Intensidade (I):** número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito em um único hospedeiro infectado.
- **Intensidade média (IM):** número total de uma determinada espécie de parasito dividido pelo número de hospedeiros infectados.
- **Abundância (A):** número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito em um hospedeiro, independente de estarem ou não infectados.
- **Abundância média (AM):** número total de indivíduos de uma determinada espécie de parasito dividido pelo número total de hospedeiros examinados.

Os componentes das infracomunidades parasitárias foram classificados de acordo com Bush e Holmes (1986) em espécies centrais (presentes em mais de 2/3 dos hospedeiros), espécies secundárias (presentes em 1/3 a 2/3 dos hospedeiros) e espécies satélites (presentes em menos de 1/3 dos hospedeiros).

A **dominância** de cada componente das infracomunidades parasitárias foi calculada mediante a frequência de dominância, a frequência de dominância compartilhada e a dominância relativa média (número de espécimes de uma espécie dividido pelo número total de espécimes de todas as espécies nas infracomunidades) seguindo o método de Rohde et al. (1995).

O **índice de dispersão (ID)**, quociente entre a variância e a abundância parasitária média, foi calculado para cada espécie de parasito com a finalidade de determinar o padrão de distribuição da infrapopulação parasitária. Porém, o grau de agregação só foi obtido através do teste estatístico d (LUDWING; REYNOLDS, 1988) que revelou a distribuição agregada quando o valor de $ID > 1$, distribuição uniforme quando $ID < 1$ e distribuição aleatória quando $ID = 1$.

A interação entre as **espécies co-ocorrentes** em hospedeiros sobre a prevalência parasitária foi avaliada através do teste Qui-quadrado (χ^2) com correção de Yates e Tabela de contingência 2x2, enquanto que, a abundância parasitária foi testada pelo coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s).

O **sexo dos hospedeiros** pode ser determinante na abundância dos endoparasitos. Primeiramente, foi utilizado o teste t de Student para analisar possíveis diferenças entre peixes machos e fêmeas em relação ao peso e ao tamanho corporal. A seguir, foram avaliadas as possíveis correlações do sexo dos peixes sobre a abundância e a intensidade parasitárias utilizando o teste U de Mann-Whitney. Também, foi analisada a influência do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência parasitária por meio do teste exato de Fisher com tabela de contingência 2x2.

O **comprimento total** e o **peso corporal** também podem ser determinantes no tamanho e na composição das infrapopulações parasitárias. Portanto, a influência do tamanho (comprimento e o peso) dos hospedeiros sobre a intensidade e a abundância parasitárias foi

analisada pelo coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s). Também foi verificada a correlação do comprimento e do peso sobre a prevalência, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (r), sendo necessário transformar as prevalências (transformação arco-seno) e separar os hospedeiros por classes de tamanho, estimadas pela fórmula de Sturges (STURGES, 1926).

Para o cálculo da **diversidade** entre as infracomunidades parasitárias foi utilizado o *software* DivEs versão 2.0 – diversidade de espécies (RODRIGUES, 2005):

- **Riqueza parasitária (S):** número de espécies encontradas em cada hospedeiro analisado.
- **Riqueza parasitária média:** número de espécies encontradas na soma de todos os hospedeiros dividida pelo número total de hospedeiros.
- **Diversidade de Shannon-Wiener (H'):** apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade. É o índice mais utilizado para medir a diversidade de uma comunidade e considera tanto a riqueza quanto a equitabilidade.
- **Equitabilidade de Shannon-Wiener (E_j):** refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies, isto é, indica se as espécies possuem abundâncias (número de indivíduos) semelhantes ou divergentes. É proporcional à diversidade e inverso a dominância (abundância).
- **Dominância de Berger-Parker (D_{Bp}):** considera a maior proporção da espécie com maior número de indivíduos, ou seja, o número de indivíduos da espécie mais abundante em relação ao número total de indivíduos de uma comunidade.

Após obter os resultados do *software* DivEs, o coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s) foi utilizado para avaliar as possíveis correlações do peso total e comprimento total sobre a riqueza e a diversidade parasitárias.

3 RESULTADOS

3.1 Taxonomia dos metazoários parasitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais

3.1.1 Classificação e resenha ecológica das espécies de helmintos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)

Domínio Eukaryota Chatton, 1925
Reino Animalia Linnaeus, 1758
Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
Classe Cercomeridea Brooks, O'Grady & Glen, 1985
Subclasse Cercomeromorphae Bychowsky, 1937
Infraclasse Cestodaria Monticelli, 1891
Coorte Cestoidea Rudolphi, 1808
Subcoorte Eucestoda Southwell, 1930
Ordem Proteocephalidea Mola, 1928
Família Proteocephalidae La Rue, 1911

Metacestóide

Resenha ecológica:

Prevalência: 66,22%

Intensidade média: 187,00 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 123,82 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal e peritônio envolvendo o estômago, fígado, cecos intestinais, intestinos anterior, médio e posterior.

Número de depósito: CHIOC 37855

(Figuras 8 e 9)

Comentários:

As espécies alocadas em Proteocephalidea conhecidas como “tênia de peixes” podem infectar ostrácodos, peixes de água doce, anfíbios e répteis (YAMAGUTI, 1959; MARCOGLIESE, 1995), utilizando, preferencialmente, copépodos como hospedeiros intermediários (SCHOLZ, 1999). A maioria dos gêneros e espécies de proteocefalídeos utiliza hospedeiros das regiões tropicais (REGO, 1995). Os peixes podem atuar como hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos (MARCOGLIESE, 1995). A fase larvar do metacestóide desenvolve-se a partir de ovos embrionados disseminados na água junto às fezes do hospedeiro definitivo. Após a ingestão, por copépodos, principalmente, ciclopóides, a oncosfera eclode, atravessa a parede intestinal e se desenvolve em larva procercóide na hemocele do invertebrado. Quando o peixe consome o copépodo com a larva procercóide, essa transpassa a parede intestinal, evolui para plerocercóide e se encapsula na cavidade peritoneal. A partir deste momento, o parasito torna-se adulto ao ser predado pelo hospedeiro definitivo (ESCH, 1983; SCHOLZ, 1999). Estas larvas podem ser encontradas em grande número e encapsuladas no peritônio de peixes forrageiros e as formas adultas no intestino de peixes piscívoros, podendo parasitar também aves e mamíferos (YAMAGUTI, 1959). De

acordo com Marcogliese (1995) pouco se conhece sobre a dinâmica da infecção de peixes pela fase larvar de metacestóides de *Proteocephalus* Weinland, 1858 via zooplâncton.

O mesmo acontece com a classificação da ordem Proteocephalidea, não há ou são escassas as informações sobre o ciclo de vida e a morfologia dos membros da família Monticellidae e da maioria das subfamílias de proteocefalídeos (REGO et al., 1998). Para que a divisão desta ordem em Proteocephalidae e Monticellidae fosse possível, os vitelinos e as gônadas na medula ou no córtex do parênquima dos proglótides deveriam estar presentes (REGO, 2003). Em relação aos estágios larvais, a nomenclatura também é controversa entre os autores e a utilização do termo metacestóide compreende todos os estágios. Entretanto, Chervy (2002) sugeriu uma terminologia com base na morfologia, enfatizando a presença ou não de lacuna primária, do cercômero, da vesícula e do escólice retraído ou invaginado, classificando as larvas em procercóide, plerocercóide, merocercóide, plerocercóide, cisticercóide e cisticercóide (Figura 7). De acordo com este autor, os metacestóides encontrados no presente estudo, poderiam ser classificados como plerocercóides por apresentar escólice evertido (com acetábulos ou bótrias), ausência de lacuna primária, com ou sem cercômero, infectantes para o hospedeiro definitivo e que segundo Scholz (1999) podem ser alocados na ordem Proteocephalidea, assim como, Spathebothriidea, Caryophyllidea, Pseudophyllidea, Homeacanthoidea (Trypanorhyncha), Haplobothriidea, Tetraphyllidea, Nippotaeniidea e Nematotaeniidae. Os proteocefalídeos podem apresentar dois tipos de formas larvais, plerocercóides e merocercóides (plerocercóides com escólice invaginado) (CHERVY, 2002). Assim essas propostas representam uma tentativa de simplificar a nomenclatura dos diferentes tipos larvais, sugerindo que a morfologia e o desenvolvimento dos caracteres como, o cercômero que poderia ser perdido durante o desenvolvimento das larvas ou ausente nessas completamente desenvolvidas e a vesícula, provavelmente, não homóloga entre as ordens de cestóides, ainda são discutíveis nos grupos formados. Portanto, neste estudo, as larvas de proteocefalídeos encontradas foram nomeadas como metacestóides.

Análises filogenéticas de Proteocephalidea foram realizadas em peixes da América do Sul, a fim de comparar caracteres morfológicos e moleculares com aqueles relacionados aos ciclos de vida dos parasitos e, posteriormente, compreender a história evolutiva dos grupos taxonômicos (REGO, 2003).

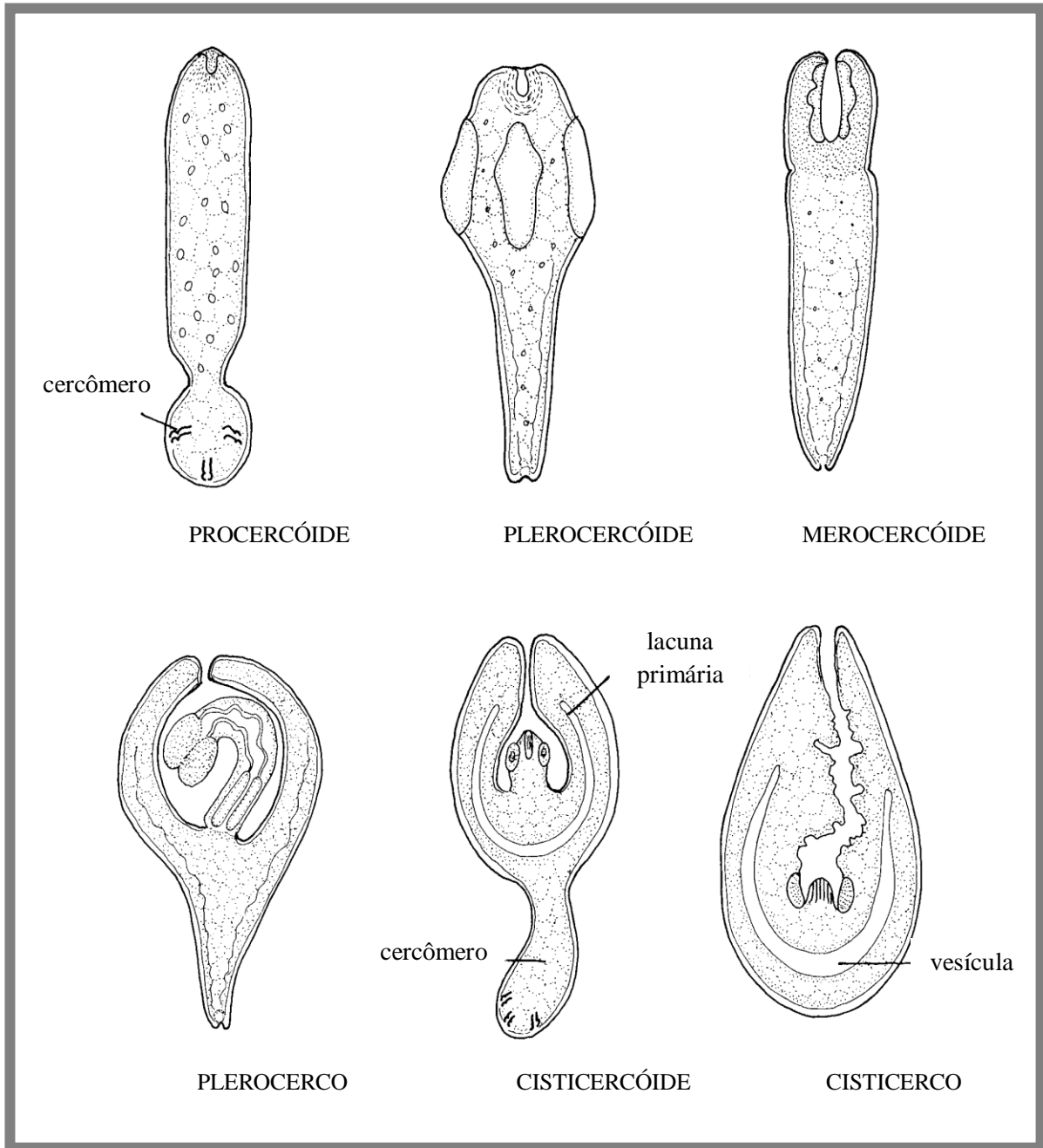


Figura 7. Representação esquemática das seis formas larvais dos metacestóides. (Fonte: Chervy, 2002).

Rego e Gibson (1989) registraram o parasitismo por plerocercóides encistados em proglótides do proteocefalídeo *Choanoscolex abscissus* proveniente do peixe pimelodídeo *P. corruscans* oriundo de várias regiões brasileiras como, Pirapora, Minas Gerais; Salobra e rio Cuiabá, Mato Grosso; Barra do rio Grande, Bahia; reservatório de Itaipú, Paraná e rio Paraguai, Paraguai. Ainda no mesmo hospedeiro, Rego (2002) encontrou formas larvais do tipo cisticercóide encistadas no peritônio e no fígado e listou espécies de cestóides proteocefalídeos registrados em peixes do gênero *Pseudoplatystoma* da região neotropical com chave de identificação. Brasil-Sato (2003) também encontrou *C. abscissus* e *Monticellia* sp. em *P. corruscans*.

Plerocercóides de Proteocephalidae foram encontrados em siluriformes *Loricariichthys platymetopon* e *P. corruscans* da planície de inundação do alto rio Paraná (TAKEMOTO et al., 2009). Em outro estudo, metacestóides foram encontrados no mesentério, na parede intestinal e no peritônio de peixes *L. platymetopon*, *Gymnotus carapo*, *Hoplosternum littorale* e *P. corruscans* (FALAVIGNA et al., 2000; 2003). Madi et al. (2011) encontraram metacestóides dotados de ventosas em copépodos do gênero *Notodiptomus* Kiefer, 1936, potenciais hospedeiros intermediários de cestóides parasitos de peixes.

No reservatório de Três Marias, adultos de *Proteocephalus renaudi* (SANTOS; BRASIL-SATO, 2004) foram encontrados em *F. marmoratus* (Siluriformes), *Proteocephalus macrophallus* e *Proteocephalus microscopicus* em *C. kelberi* (Perciformes) (SANTOS, 2008), os dois últimos parasitos exclusivos do tucunaré *Cichla* spp. (TAKEMOTO; PAVANELLI, 1996 *apud* SANTOS, 2008). No mesmo ambiente, plerocercóides foram encontrados no caracídeo carnívoro *P. piraya* por Santos (2008), nos caracídeos forrageiros *T. chalceus* e *T. guentheri* por Albuquerque (2009) e metacestóides nos anostomídeos *L. obtusidens*, *L. piau*, *L. reinhardti* e *Schizodon knerii* por Martins (2012). No alto São Francisco, Brasil-Sato (2003) inventariou adultos de *Monticellia loyolai* em *P. maculatus* e *Monticellia coryphicephala* em *S. brasiliensis*. Registros de metacestóides foram realizados no proquilodontídeo *P. argenteus* por Monteiro (2011) e nos caracídeos *S. piaba* por Menezes et al. (2010) e em *A. fasciatus* recentemente por Albuquerque (2013) e no presente estudo, constituindo mais um hospedeiro de metacestóides proteocefalídeos, parasitos já citados em três espécies da família Characidae do alto São Francisco.

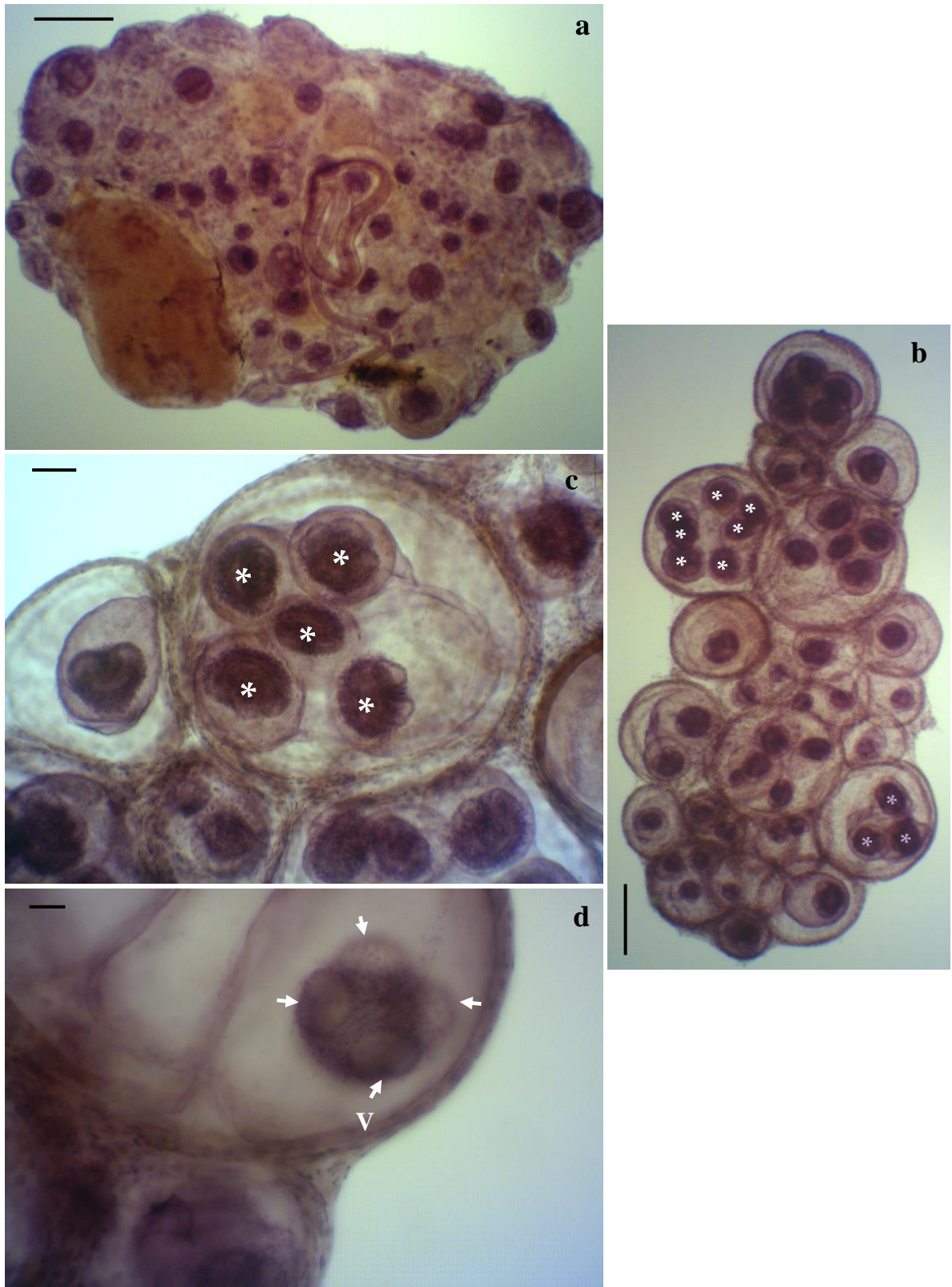


Figura 8. Metacestóides de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a-d)** Cistos corados em hematoxilina de Delafield. **(b, c)** Cistos com * indicam o número de metacestóides. **(d)** Setas indicam as ventosas (V) dos espécimes larvais. Barras = 0,2 mm **(a, b)** e 0,05 mm **(c, d)**.

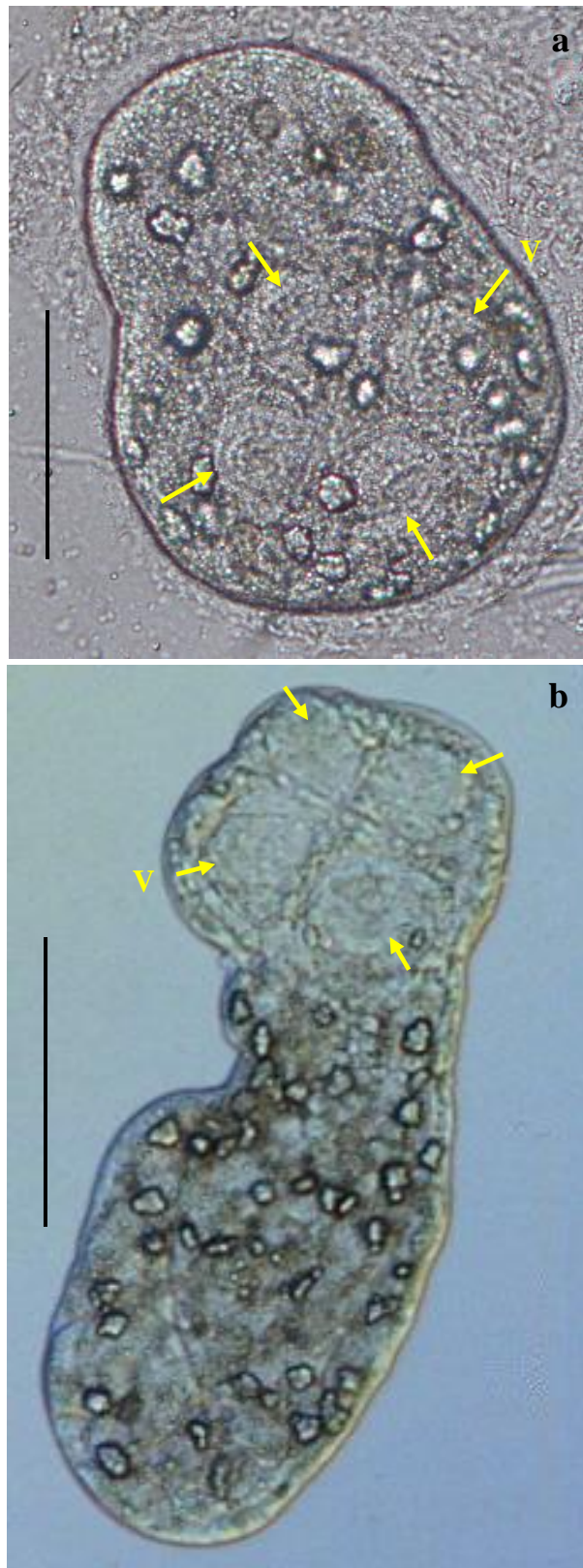


Figura 9. Metacestóides de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a, b)** Detalhe das larvas desencistadas. As setas indicam suas ventosas (V). Barras = 0,1 mm **(a)** e 0,2 mm **(b)**.

Filo Nematoda (Rudolphi, 1808) Lankester, 1877
Classe Secernentea Von Linstow, 1905
Ordem Ascaridida Skrjabin & Schulz, 1940
Superfamília Ascaridoidea Railliet & Henry, 1915
Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912
Gênero *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912

***Contracaecum* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 58,11%

Intensidade média: 5,70 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 3,31 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal, estômago, fígado e intestinos anterior e posterior.

Número de depósito: CHIOC 37853

(Figura 10)

Comentários:

Travassos et al. (1928) iniciaram suas contribuições ao conhecimento da fauna helmintológica catalogando 26 espécies de nematóides em dez famílias provenientes de várias espécies de peixes do rio Mogi-Guaçu. Posteriormente, em 1948, o mesmo pesquisador incluiu dois novos gêneros na família Cosmocercidae (*Cosmoxynema* e *Cosmoxynemoides*).

Atualmente, a família Anisakidae Railliet & Henry, 1912 é composta por 18 gêneros e 224 espécies que são parasitos de vertebrados (HODDA, 2011). Os membros deste gênero apresentam o esôfago provido com ventrículo, o apêndice ventricular posterior, o ceco intestinal anterior, o poro excretor está situado na base dos lábios e os espécimes adultos apresentam interlábios (MORAVEC, 1998).

Os nematóides são os parasitos mais comuns em peixes dulcícolas e necessitam de dois ou mais hospedeiros para completar o seu ciclo de vida. Parasitam, principalmente, o tubo digestório ou quaisquer outros órgãos. Os peixes podem atuar como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos (MADI; SILVA, 2005), nos quais os estágios larvais podem permanecer encistados ou migrar para os órgãos. O ciclo evolutivo inicia-se com a liberação de ovos, junto às fezes do hospedeiro definitivo no meio aquático, que se tornam embrionados com larvas de primeiro estágio (L1). No interior dos ovos, ocorre a formação das larvas de segundo estágio (L2) e, posterior, eclosão. As larvas na água são ingeridas por peixes menores, microcrustáceos, oligoquetas, larvas de insetos ou moluscos que atuam como hospedeiros intermediários, nesses, ocorre o desenvolvimento das L2 para larvas de terceiro estágio (L3) que invadem os tecidos destes hospedeiros (MADI; SILVA, 2005). O fechamento do ciclo acontece com a ingestão de L3 por aves e mamíferos piscívoros (ANDERSON, 1992). Os danos que podem ser causados nos hospedeiros dependerão da espécie de parasito, do tecido invadido e da intensidade de infecção (THATCHER, 1991; EIRAS, 1994).

A infecção por *Contracaecum* em peixes dulcícolas da América do Sul é amplamente conhecida, sua distribuição compreende desde o sul do Chile (TORRES et al., 1992; 1993 *apud* MADI; SILVA, 2005), Argentina (NAVONE et al., 2000; 1993 *apud* MADI; SILVA, 2005), Brasil (VICENTE et al., 1985; VICENTE; PINTO, 1999), México (MORAVEC, 1998; LEÓN, et al., 2010), Paraguai (MORAVEC, 1998) e Venezuela (MORAVEC et al., 1997). No rio Peixe, estado de São Paulo, Abdallah et al. (2012) encontraram larvas de

Contracaecum sp. em *Astyanax altiparanae*, *A. lacustris*, *Cyphocharax modestus*, *Cyphocharax nagelii* e *Triportheus angulatus*. Moravec (1998) registrou a presença destes parasitos em Anostomidae, Erythrinidae, Pimelodidae, Doradidae, Cichlidae e Characidae. As larvas de *Contracaecum* presentes nas três primeiras famílias citadas por Moravec (1998) junto a Curimatidae e a Characidae foram relatadas em hospedeiros do reservatório de Três Marias por Moreira (1994) e listadas por Brasil-Sato (2003). São eles: Anostomidae (*L. obtusidens*, *L. piau* e *Leporinus taeniatus*), Erythrinidae (*Hoplias lacerdae*), Pimelodidae (*P. maculatus* e *P. corruscans*), Curimatidae (*Curimatella lepidura*) e Characidae (*A. britskii*, *A. lacustris*, *A. fasciatus*, *S. hilarii*, *S. brandtii*, *S. brasiliensis* e *T. chalceus*). Santos (2008) coletou as larvas do gênero em *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi*; Albuquerque (2009) em *T. chalceus* e *T. guenteri*; Costa (2011) em *A. britskii* e *A. lacustris* e, por fim, Martins (2012) em *L. reinhardti* na mesma localidade. No alto São Francisco, *Contracaecum* sp. foi encontrada em *A. bimaculatus* (MENEZES et al., 2011), em *P. argenteus* (MONTEIRO, 2011) e em *A. fasciatus* recentemente por Albuquerque (2013) e no presente estudo.

No Brasil há expressivos registros de larvas de *Contracaecum* associadas ao potencial zoonótico em diferentes espécies de hospedeiros, sejam peixes forrageiros sejam de topo na cadeia alimentar. *Contracaecum* sp. foi observado em espécies simpátricas de *A. bimaculatus*, *A. fasciatus* e *A. schubarti* do rio Mogi-Guaçu (KLOSS, 1966).

No trato gastrointestinal de humanos, durante a infecção por larvas de *Anisakis simplex*, pode ser observada ação traumática devido à invasão tecidual, à interação com o sistema imunitário do hospedeiro e ao conjunto de substâncias liberadas ou contidas no parasito. Na maioria dos casos, é produzida por uma única larva e, embora mais frequente no trato digestório, algumas larvas podem atravessar a parede gastrointestinal, migrando para localizações ectópicas. Recentes estudos mostram também a possibilidade de intoxicação em humanos devido à ingestão destas larvas mortas na musculatura do peixe (AUDICANA et al., 2002).

Barros et al. (2004) infectaram gatos, experimentalmente, e relataram os prejuízos causados pelas larvas de *Contracaecum* sp. ao organismo destes mamíferos. Barros et al. (2006) estudaram várias famílias de peixes, incluindo Characidae, totalizando 162 espécimes examinados. O mesentério e a musculatura dos hospedeiros *Brycon microlepis*, *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* foram parasitados por *Contracaecum* sp. e apresentaram prevalências de 20%, 19,5% e 6,6%, respectivamente. Outro estudo registrou o parasitismo de 99% (n=105) por *Contracaecum* sp. na cavidade celomática das piranhas. Embora as larvas de anisquídeos tenham sido encontradas no mesentério e na cavidade celomática, o risco em termos de saúde pública não está eliminado, uma vez que, existe a possibilidade de migração destas larvas para a musculatura do hospedeiro, tanto no peixe vivo quanto após a sua captura, principalmente, em razão do tempo de permanência no barco ou entreposto (BARROS et al., 2010).

Anisquídeos têm papel importante no âmbito da saúde pública. Embora, no Brasil, não haja registro de anisquiose em humanos por larvas de nematóides desta família transmitidos pelo pescado, Barros et al. (2010) estudaram intensamente a questão. Em 2007, o grupo investigou o potencial zoonótico em 30 traíras do rio Cuiabá (MT) e constatou larvas de *Contracaecum* sp., com prevalência de 73%, aderidas ao mesentério e à serosa que reveste o estômago, o fígado e os intestinos. Em pacientes hipersensíveis, o contato com as formas zoonóticas provoca uma resposta imunológica desencadeada pelo potencial antigênico das partículas parasitárias podendo apresentar reações alérgicas de grau variável. Isso é explicado devido à termoestabilidade dos alérgenos, ainda existentes nas larvas, que levam a sinais clínicos de urticária, angioderma ou anafilaxia (BARROS et al., 2008). Por isso, faz-se

necessária inspeção prévia antes da ingestão do pescado, mesmo após o seu cozimento. Outra forma de precaução é através do congelamento do pescado a - 30°C em freezer no mínimo cinco horas, para que todas as larvas de *Contracaecum* sp. sejam inviabilizadas (BARROS et al., 2008).

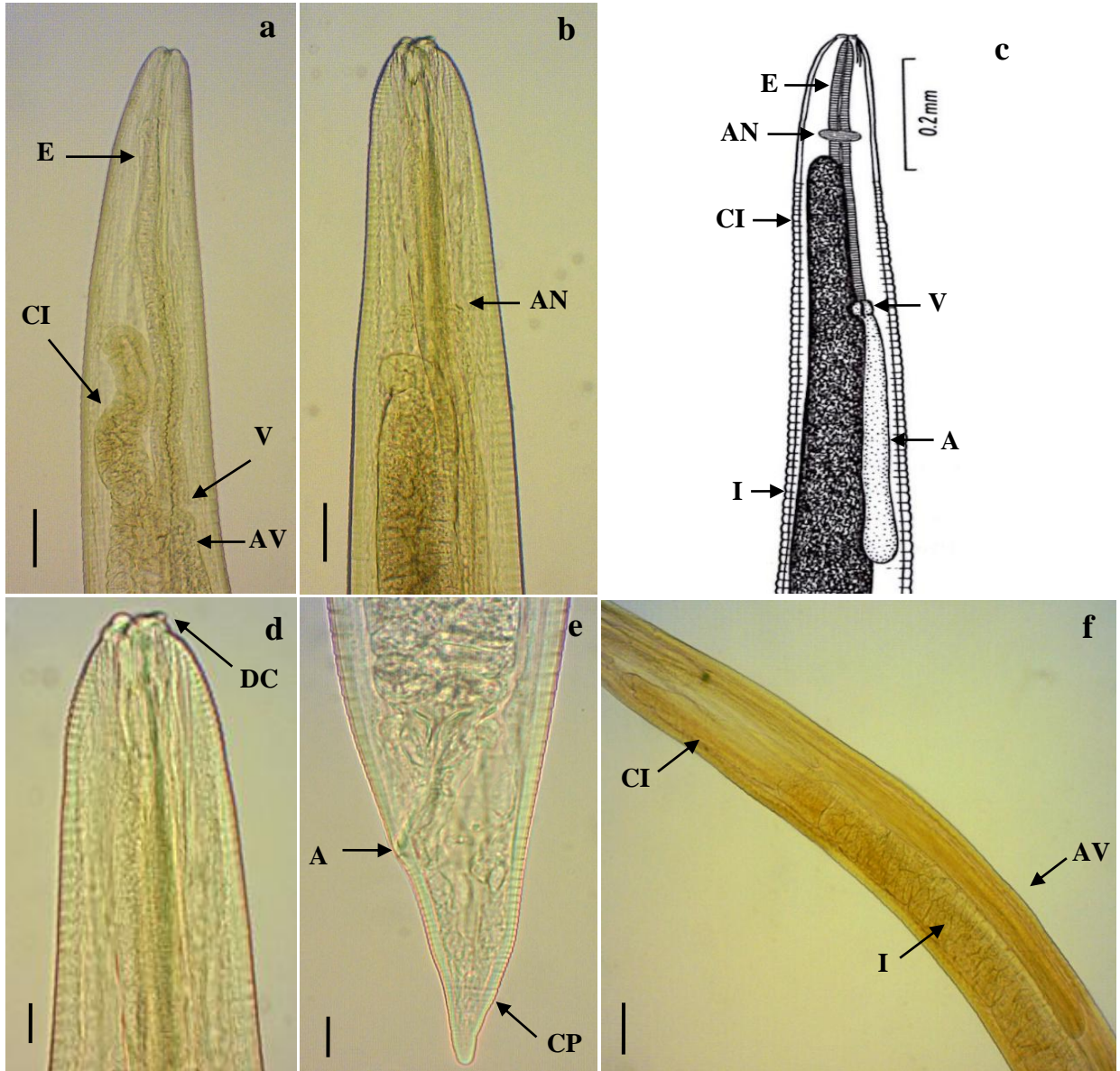


Figura 10. Espécime larval de *Contracaecum* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a-d)** Extremidade anterior evidenciando o ceco intestinal (CI), o esôfago (E), o ventrículo (V), o apêndice ventricular (AV), o anel nervoso (AN) e o dente cefálico (DC). **(c)** Fonte: Moravec (1998). **(e)** Extremidade posterior, detalhe do ânus (A) e da cauda pontiaguda (CP). **(f)** Detalhe da região onde se encontra CI, AV e intestino (I). Barras = 0,05 mm **(a, b, f)**, 0,2 mm **(c)** e 0,02 mm **(d, e)**.

***Hysterothylacium* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 59,46%

Intensidade média: 4,16 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 2,47 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal, estômago, fígado, cecos intestinais, intestinos anterior e posterior.

Número de depósito: CHIOC 37854

(Figura 11)

Comentários:

O gênero *Hysterothylacium* Ward & Magath, 1917 até 1994 possuía 52 espécies. Atualmente é composto por mais de 60 espécies, as quais parasitam peixes marinhos, de estuários e de água doce com ampla distribuição geográfica. Em 11 anos, nove espécies foram descritas: *Hysterothylacium rhamdiae* na Argentina, *Hysterothylacium cenotae* no México, *Hysterothylacium japonicum* no Japão, *Hysterothylacium narayanensis* na Índia, *Hysterothylacium patagonense* na Argentina, *Hysterothylacium geschei* no Chile, *Hysterothylacium nipponense* no Japão, *Hysterothylacium physiculi* no Japão, *Hysterothylacium winteri* no Chile e *Hysterothylacium perezi* no México (GOPAR-MERINO et al., 2005). Duas espécies foram descritas no Brasil, *H. fortalezae* e *H. reliquens* (TORRES; SOTO, 2004). Segundo Moravec (1997), *Hysterothylacium patagonense*, *Hysterothylacium rhamdiae* e *Hysterothylacium cenotae* ocorrem em peixes de água doce da região Neotropical.

As larvas deste gênero são semelhantes às espécies de *Contracaecum* em função da morfologia do trato gastrintestinal, pois, ambas apresentam ceco intestinal e apêndice ventricular. Entretanto, existem peculiaridades em algumas características que as diferem. Os espécimes de *Hysterothylacium* possuem apêndice ventricular longo localizado a partir da região final do esôfago, ceco intestinal mais curto que o apêndice, poro excretor próximo ao anel nervoso e cauda cônica (MORAVEC, 1998).

No ciclo biológico, os ovos embrionados de *Hysterothylacium* sp. são eliminados juntos as fezes do hospedeiro definitivo e eclode liberando a larva L2, a qual é ingerida pelos seus hospedeiros intermediários como, copépodos, isópodes, gastrópodes, cefalópodes e crustáceos (ANDERSON, 1992), invadem a hemocele e se desenvolvem em L3. Os peixes participam como hospedeiros paratênicos, ao predares estes invertebrados e abrigar estas larvas encistadas ou livres em diversos órgãos e na cavidade abdominal (MORAVEC, 1998). Quando tais peixes ou invertebrados são predados pelos hospedeiros definitivos, peixes marinhos e dulcícolas, as larvas L3 atingem a maturidade originando a fase adulta (ANDERSON, 1992).

Segundo Sohn et al. (2011), os ovos embrionados de *Hysterothylacium* sp. são eliminados juntos as fezes do hospedeiro definitivo e eclode liberando a larva L2, a qual é ingerida por um crustáceo eufasídeo como, krills, o seu primeiro hospedeiro intermediário. A larva L2 perpassa a parede do intestino e desenvolve-se em larva L3 na cavidade abdominal do crustáceo. Quando o crustáceo é consumido por um peixe ou cefalópode, incluindo, lula, enguia, bacalhau, arenque, salmão (segundo hospedeiro intermediário), a larva L3 é liberada e penetra na cavidade corporal e se encista nas vísceras destes hospedeiros. O ciclo se completa quando mamíferos marinhos ingerem peixes ou cefalópodes infectados.

Larvas de *Hysterothylacium* sp. foram encontradas com 10% de prevalência em *C. modestus* (ABDALLAH et al., 2012). *Leporinus friderici* e *G. carapo* constituem hospedeiros no alto rio Paraná (TAKEMOTO et al., 2009).

Brasil-Sato e Santos (2005) destacaram que os espécimes de *Heterotyphlum* Spaul, 1927 encontrados, identificados por Moreira (1994) e listados por Brasil-Sato (2003), tratavam-se de larvas de terceiro estágio de *Hysterothylacium* sp. parasitando os seguintes peixes do reservatório de Três Marias: *A. lacustris* (P=42,5%), *A. britskii* (P=51,1%), *H. lacerdae*, 1908 (P=37,6%), *P. squamipennis* (P=9,5%), *P. maculatus* (P=2,3%), *S. hilarii* (P=100%), *S. brandtii* (P=15,8%) e *T. chalceus* (P=6,9%). Além desses, Santos (2008) encontrou prevalência de 39,8% destas larvas em *P. piraya*, 48,8% em *S. brandtii* e 58% em *C. kelberi*. Albuquerque (2009) registrou 34,92% em *T. chalceus* e 39,76% em *T. guenteri* e Costa (2011) notificou prevalências de 48% e 46% das larvas em *A. lacustris* e *A. britskii*, respectivamente. No alto São Francisco, também havia existência de hospedeiros para estas larvas em *C. conirostris* (P=8,3%) (BRASIL-SATO; SANTOS, 2005) e *P. argenteus* (P=0,32%) (MONTEIRO, 2011). Recentemente foram encontradas em *A. fasciatus* por Albuquerque (2013) e neste estudo, sendo os registros mais atuais e ampliando a listagem de hospedeiros para as larvas de *Hysterothylacium* sp. no alto rio São Francisco.

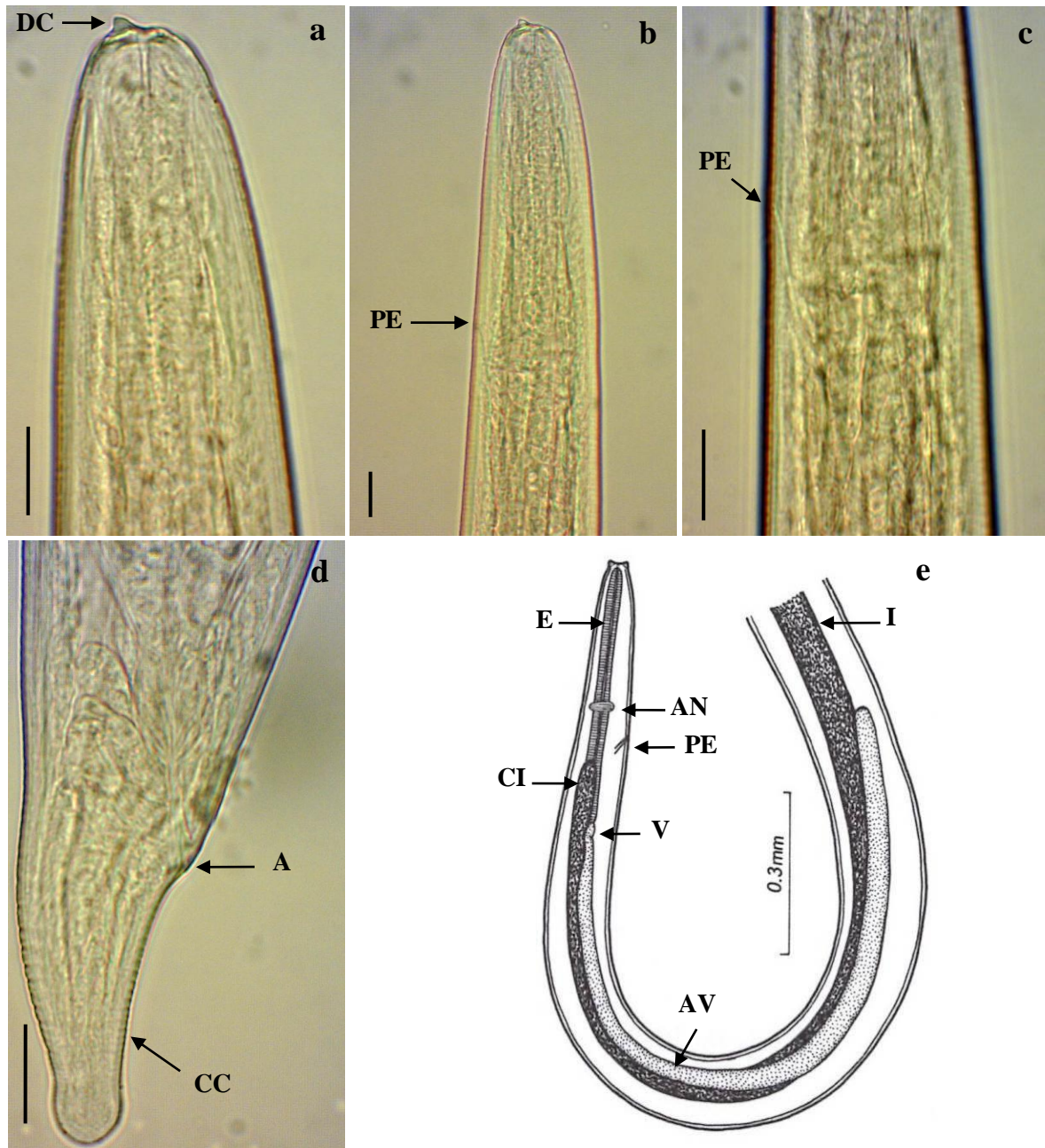


Figura 11. Espécime larval de *Hysterothylacium* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade anterior evidenciando o dente cefálico (DC). **(b)** Extremidade anterior indicando a região do poro excretor (PE). **(c)** Detalhe do poro excretor (PE). **(d)** Extremidade posterior, detalhe do ânus (A) e da cauda cônica (CC). **(e)** Fonte: Moravec (1998). Barras = 0,02 mm **(a-d)** e 0,3 mm **(e)**.

***Goezia* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 1,35%

Intensidade média: 1,00 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,01 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: estômago.

(Figura 12)

Comentários:

Na região neotropical, cinco espécies do gênero *Goezia* Zeder, 1800 são conhecidas *Goezia brasiliensis*, *Goezia brevicaeca*, *Goezia intermedia*, *Goezia nonipapillata* e *Goezia spinulosa* (MORAVEC, 1998). Os membros de *Goezia* parasitam o trato digestivo de peixes e répteis aquáticos (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006). Em peixes ocorrem, principalmente, no estômago (DE; DEY, 1992).

Segundo Moravec (1998) as larvas de *Goezia* sp. encontradas em peixes no Brasil provavelmente são *G. brasiliensis* ou *G. brevicaeca*. Determinadas características as diferem, *G. brasiliensis* apresenta esôfago claviforme que ocupa 7% a 9% do comprimento do corpo, apêndice ventricular duas vezes mais longo que o esôfago, fileiras de espinhos a nível do apêndice ventricular são mais próximas e ceco intestinal médio (atinge a distância média entre o anel nervoso e a extremidade posterior do esôfago). Por outro lado, *G. brevicaeca* apresenta esôfago claviforme ocupando 5% do comprimento do corpo, apêndice ventricular três vezes mais longo que o esôfago, fileiras de espinhos a nível do apêndice ventricular são mais distantes e ceco intestinal curto (não excede a extremidade anterior do esôfago). No presente estudo, uma larva de quarto estágio foi encontrada com características similares a *G. brasiliensis* (Tabela 1b).

Foram registrados espécimes de *Goezia* sp. em *H. littorale* (ABDALLAH et al., 2005) e em *Parauchenipterus galeatus*, *P. maculatus* e *Hemisorubim platyrhynchos* (TAKEMOTO et al., 2009). Espécimes adultos de *G. brevicaeca* e *G. spinulosa* em *L. friderici*, *G. spinulosa* em *Leporinus elongatus*, *L. obtusidens* e *Hoplis malabaricus* (TAKEMOTO et al., 2009).

Brasil-Sato (2003) reportou larvas de *Goezia* sp. em *P. maculatus* à jusante do reservatório de Três Marias. Santos (2008) encontrou as mesmas larvas em *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* no reservatório de Três Marias. Albuquerque (2009), por sua vez, em *T. guentheri* e *T. chalceus*. Martins (2012) encontrou *G. brasiliensis* em *L. reinhardti*. Embora com prevalência baixa, *Goezia* sp. foi registrada em *A. fasciatus* por Albuquerque (2013) e neste estudo, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos no alto São Francisco.

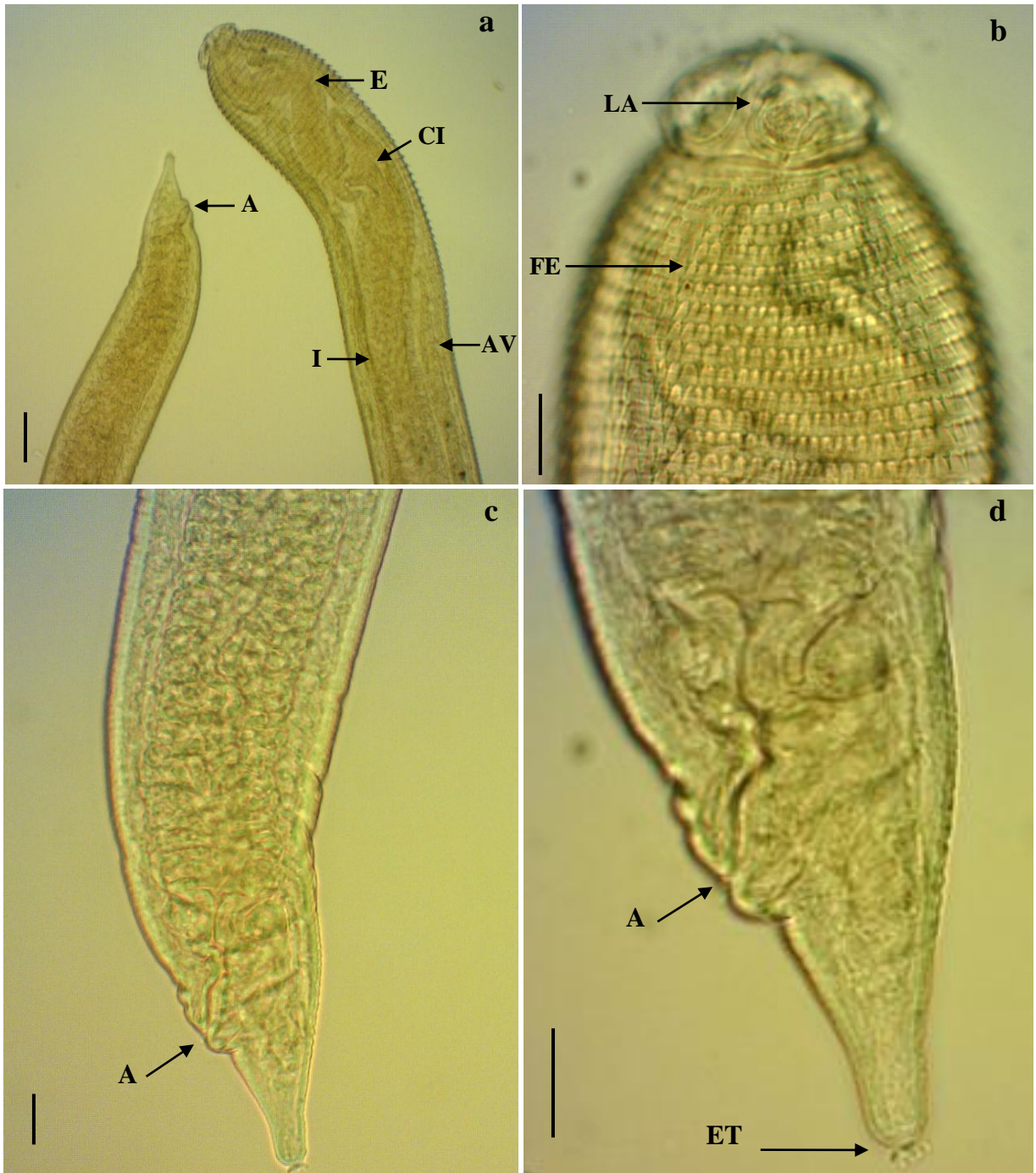


Figura 12. Espécime no 4º estágio larval de *Goezia* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819), do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade anterior mostrando o esôfago (E), o ceco intestinal (CI), o apêndice ventricular (AV) e a extremidade posterior evidenciando a posição do ânus (A). **(b)** Extremidade anterior, detalhe do lábio (LA) e das fileiras de espinhos pontiagudos e equidistantes (FE). **(c)** Extremidade posterior, seta indicando a abertura anal (A). **(d)** Detalhe do ânus (A) e da extremidade caudal cônica com espinhos terminais (ET). Barras = 0,05 mm **(a)** e 0,02 mm **(b-d)**.

Família Acanthocheilidae Wülker, 1929
Gênero *Brevimulticaecum* Mozgovoy, 1951

***Brevimulticaecum* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 10,81%

Intensidade média: 1,88 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,20 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal e cecos intestinais.

Número de depósito: CHIOC 37851

(Figura 13)

Comentários:

O gênero *Brevimulticaecum* Mozgovoy in Skryabin, Shikhobalova e Mozgovoy, 1951 foi descrito por Moravec, Prouza e Toyero, 1997. As principais características apresentadas pelas larvas de *Brevimulticaecum* spp. são: apêndice ventricular pequeno, poro excretor próximo ao anel nervoso, extremidade anterior do corpo circundada por papilas, duas subdorsais e duas subventrais e dois dentes proeminentes, um dorsal e outro ventral, um ventrículo com oito lobos arredondados, ceco intestinal anterior, núcleo excretor localizado na metade do comprimento do ceco intestinal, glândulas retais bem desenvolvidas e cauda pontiaguda (MORAVEC, 1997; 1998). Moravec et al. (1997) descreveram várias espécies de nematóides, inclusive três espécimes larvares de *Brevimulticaecum* sp. da cavidade abdominal.

Os caracteres visualizados e medidos nos espécimes larvais de *Brevimulticaecum* obtidos de *A. fasciatus* estiveram presentes nos espécimes descritos na literatura, exceto pelo núcleo excretor que não foi observado, talvez pelo estágio de desenvolvimento da larva, e as papilas não quantificadas (Tabela 1a).

Crocodilos, jacarés (BRUCE et al., 1994; WADDLE et al., 2009; CARDOSO et al., 2012), arraiais de água doce (REYDA, 2008) e teleósteos são considerados hospedeiros definitivos e as larvas de *Brevimulticaecum* spp. encontradas em anfíbios, cobras e peixes podem atuar como hospedeiros intermediários ou paratênicos deste parasito (MORAVEC, 1998; BURSEY; GOLDBERG, 2005; GOLDBERG et al. 2009). De acordo com Cardoso et al. (2012), estes nematóides causam lesões gástricas, conforme observado em seu estudo com o jacaré *Melanosuchus niger* Spix, 1825. Existem poucos relatos destas larvas (BRUCE et al., 1994), no entanto, foram registradas em alguns peixes: *A. fasciatus*, *G. carapo*, *Gymnotus inaequilabiatus*, *H. platyrhynchos*, *H. malabaricus*, *Loricariichthys brunneus*, *L. elongatus*, *Leporinus lacustris*, *L. friderici*, *Myleus levis*, *P. corruscans*, *P. nattereri*, *Rhamdia guatemalensis*, *S. marginatus* e *Sorubim lima* da região neotropical (Peru, Venezuela, Nicarágua, México e Brasil) parasitando cavidade abdominal, estômago, parênquima hepático, mesentério, músculos esqueléticos e parede estomacal (MORAVEC, 1998; AGUIRRE-MACEDO et al., 2001; VIEIRA et al., 2010; VICENTIN et al., 2011). No Peru, adultos de *Brevimulticaecum regoi* foram também encontrados no intestino das arraiais *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) e *Potamotrygon castexi* Castex & Maciel, 1963 (REYDA, 2008).

Este é o primeiro registro de *Brevimulticaecum* sp. parasitando *A. fasciatus* no rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

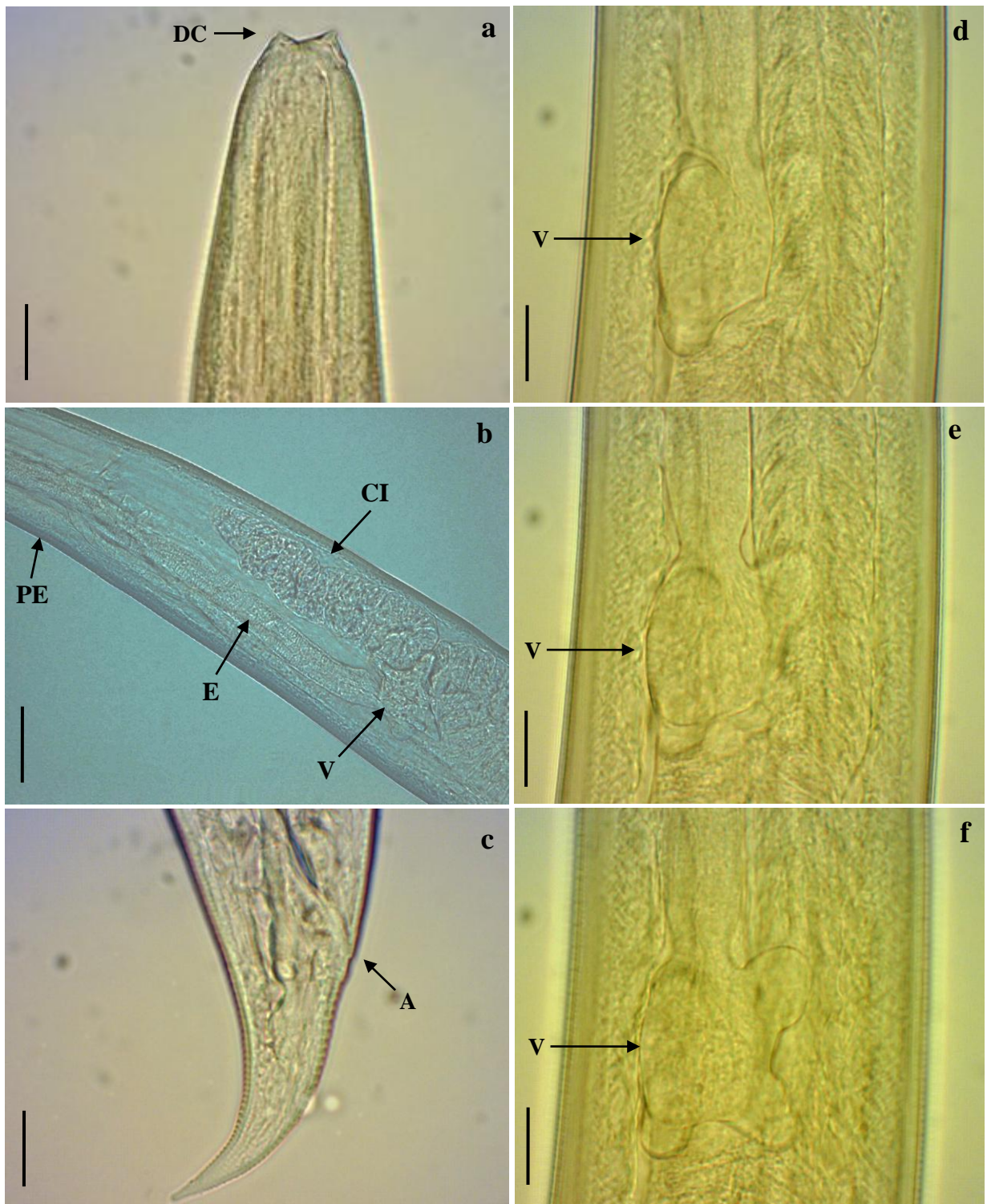


Figura 13. Espécime larval de *Brevimulticaecum* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade anterior mostrando o dente cefálico (DC). **(b)** Detalhe da extremidade anterior, mostrando o poro excretor (PE), o esôfago (E), o ceco intestinal (CI) e o ventrículo (V). **(c)** Detalhe da abertura anal. **(d)** Diferentes planos de focalização evidenciando os lobos ventriculares (V). Barras = 0,02 mm **(a, c-f)** e 0,04 mm **(b)**.

Ordem Spirurida Chitwood, 1933
Superfamília Camallanoidea Railliet & Henry, 1915
Família Camallanidae Railliet & Henry, 1915
Subfamília Procamallaninae Yeh, 1960
Gênero *Procamallanus* Baylis, 1923

***Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis* (Moreira, Oliveira & Costa, 1994)
Vicente e Pinto, 1999**

Resenha ecológica:

Prevalência: 21,62%

Intensidade média: 1,06 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,23 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cecos intestinais e intestino anterior.

Números de depósito: CHIOC 37857 (espécime adulto macho)

CHIOC 37858 (espécime adulto fêmea)

(Figuras 14, 15 e 16)

Comentários:

A espécie *P. saofranciscensis* foi descrita por Moreira, Oliveira & Costa (1994), a partir de espécimes de *T. guentheri* e *A. lacustris* do reservatório de Três Marias. Em *P. saofranciscensis* e espécies congêneras, as fêmeas são vivíparas e liberam L1 que são ingeridas por copépodos. Estas migram até a sua hemocele e desenvolvem-se até L3. Os copépodos são ingeridos por hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos. Os peixes se infectam quando ingerem os copépodos com L3 (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006).

Em *Procamallanus* do gênero *Spirocamallanus* Moravec & Thatcher, 1997 estão alocadas 21 espécies que ocorrem na região neotropical, cujos indivíduos são dotados de cápsula bucal com espiras esclerotizadas. Dentre essas, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* é a espécie mais comum entre os hospedeiros de diferentes regiões geográficas. Nas características gerais *P. saofranciscensis* difere de *P. inopinatus*, pela presença de dentes no fundo da cápsula bucal, altura e largura da cavidade bucal, número de espiras e forma e tamanho dos espículos (MORAVEC, 1998). Em 2003, Moravec et al. redescreveram *Procamallanus (Spirocamallanus) fulvidraconis* a partir de 176 espécimes de *Paramisgurnus dabryanus* examinados, além do registro de vários nematóides. Atualmente, a família Camallanidae Railliet & Henry, 1915 é representada por dez gêneros e 347 espécies que podem parasitar peixes, anfíbios e répteis (HODDA, 2011).

Salgado-Maldonado (2008) na América Central encontrou *P. rebecca* e *P. neocaballeroi* em *A. fasciatus*. Abdallah et al. (2012) registraram *P. saofranciscensis* em *A. lacustris* no rio Peixe. Os espécimes de *P. saofranciscensis* têm sido registrados com prevalência entre 2% e 85,2% em três famílias no alto São Francisco, Characidae: *A. fasciatus*, *T. guentheri*, *T. chalceus*, *P. piraya* e *S. brandtii*; Acestrorhynchidae: *A. britskii* e *A. lacustris* e Cichlidae: *C. kelberi* (MOREIRA, 1994; VICENTE; PINTO, 1999; SANTOS, 2008; ALBUQUERQUE, 2009, 2013; COSTA, 2011).

Neste estudo, *A. fasciatus* contribuiu com mais um registro entre os caracídeos de espécimes adultos, fêmeas e machos, de *P. saofranciscensis* na bacia do rio São Francisco, sendo realizada a morfometria da maioria das estruturas e identificação a nível específico, segundo Moravec (1998): nematóides de tamanho médio, abertura oral cercada por quatro papilas labiais internas, quatro externas, quatro cefálicas e dois anfídeos laterais, cápsula

bucal apresentando de 11 a 17 espiras, anel basal bem desenvolvido, três dentes largos, um dorsal e dois ventrais na base da cápsula bucal, deirídios pequenos posteriores a cápsula, as duas porções do esôfago são claviformes e cauda cônica. Nos machos, espículos pequenos e subiguais, papilas caudais, sendo quatro pares de pré-cloacais e seis pares pós-cloacais. Nas fêmeas, vulva pós-equatorial, a partir da extremidade posterior do corpo (Tabela 1a).

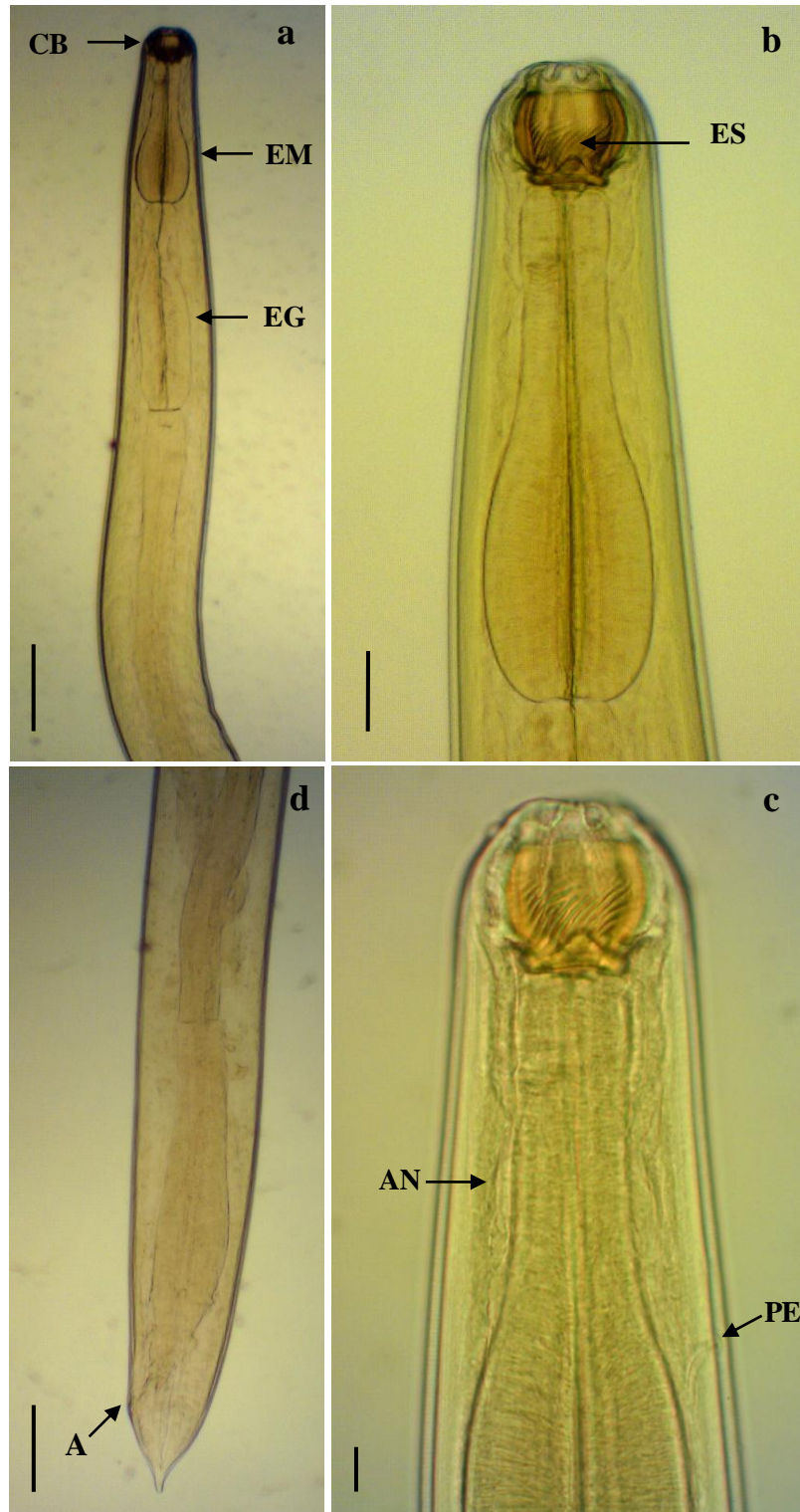


Figura 14. *Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis* Moreira, Oliveira & Costa, 1994 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a-c)** Extremidade anterior da fêmea, evidenciando: **(a)** Cápsula bucal (CB), esôfago muscular (EM) e esôfago glandular (EG). **(b)** Espiras (ES) na cápsula bucal. **(c)** Anel basal e poro excretor. **(d)** Extremidade posterior da fêmea indicando a abertura anal (A). Barras = 0,2 mm **(a, b, d)** e 0,02 mm **(c)**.

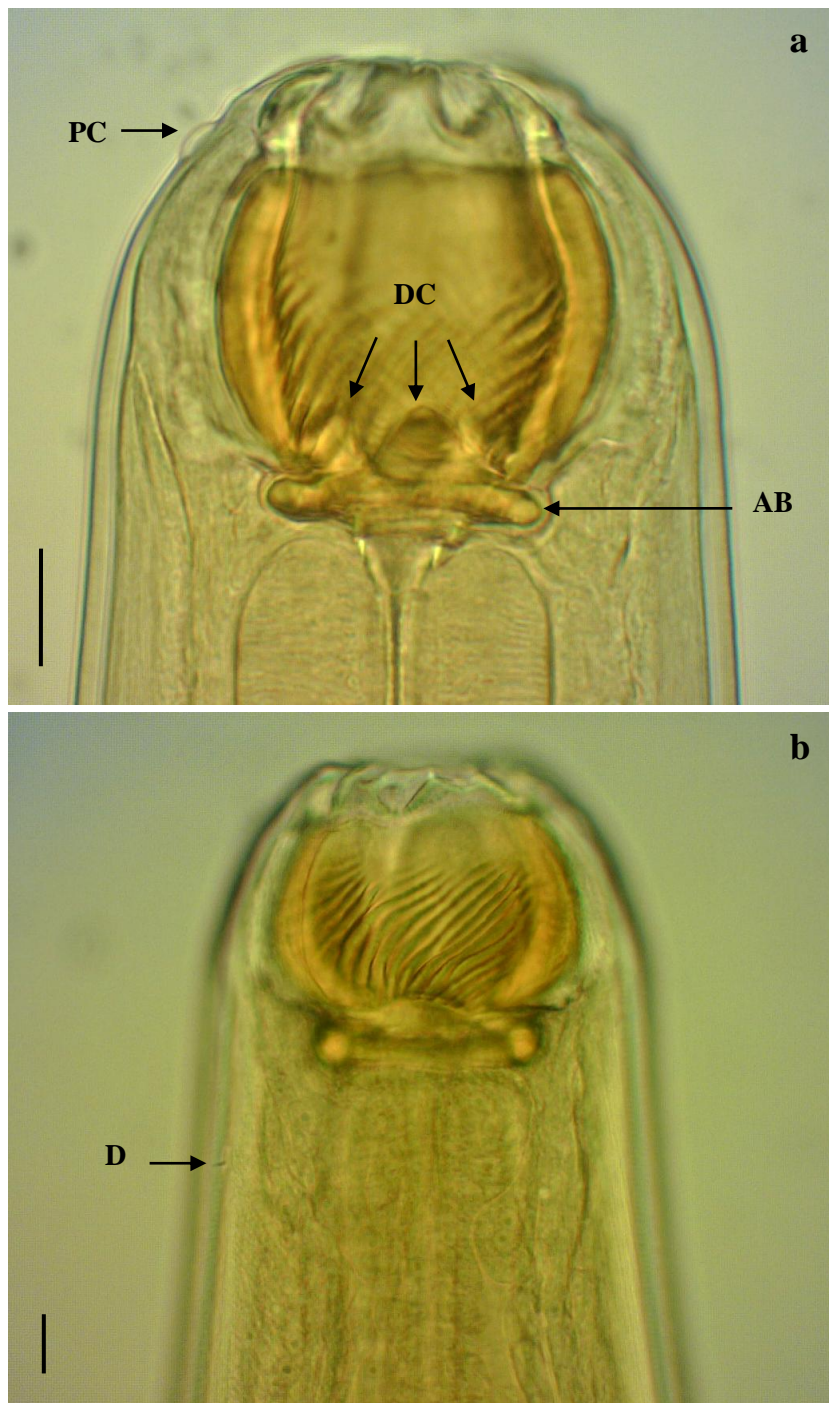


Figura 15. *Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis* Moreira, Oliveira & Costa, 1994 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a, b)** Detalhe da extremidade anterior do macho: **(a)** Cápsula bucal evidenciando papila cefálica (PC), dentes cefálicos (DC) e anel basal (AB). **(b)** Deirídio (D). Barras = 0,02 mm **(a, b)**.

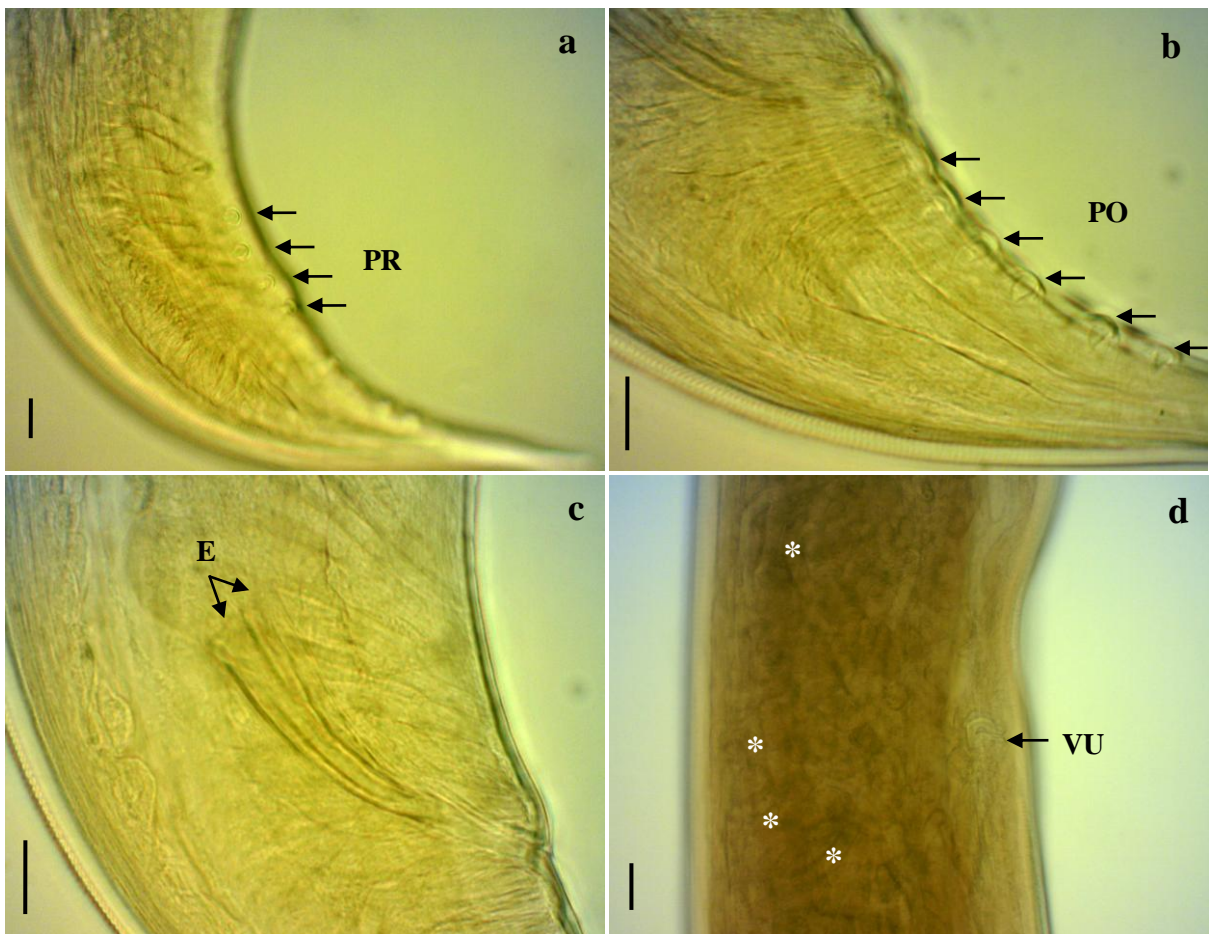


Figura 16. *Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis* Moreira, Oliveira & Costa, 1994 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a-c)** Extremidade posterior do macho. **(a, b)** As setas indicam as papilas pré-cloacais (PR) e papilas pós-cloacais (PO). **(c)** Espículos (EP). **(d)** Vulva pós-equatorial (VU) e * larvas no interior do corpo da fêmea. Barras = 0,02 mm **(a-c)** e 0,05 mm **(d)**.

***Procamallanus* spp.**

Foram encontradas três larvas de *Procamallanus* neste estudo. Em relação às suas características podemos sugerir que sejam larvas de 3º estágio. Segundo Moravec (1998), as larvas no hospedeiro definitivo podem sofrer duas mudas morfológicas antes de atingirem a maturidade, durante este processo, pode ocorrer o encurtamento da porção posterior da cápsula bucal formando completamente o anel basal, o aumento do número de espiras, o alargamento da porção glandular do esôfago em relação à muscular e o desaparecimento das projeções cuticulares da cauda. Além disso, larvas no quarto estágio, apresentam a porção posterior da cápsula bucal bem reduzida com o anel basal definido, peculiaridade não observada nas larvas deste estudo. Seria possível que a coleta dos espécimes na cavidade abdominal de *A. fasciatus* tenha acontecido antes do desenvolvimento completo destas larvas no interior de outro peixe, o seu hospedeiro definitivo, visto que, em *A. fasciatus* não haveria mais nenhuma fase de desenvolvimento. Poderíamos sugerir que existam duas espécies entre as larvas, tendo em vista, a diferença nos caracteres. No rio São Francisco, os espécimes larvais de *Procamallanus* têm sido encontrados em peixes caracídeos (*A. fasciatus*, *A. bimaculatus*, *T. guentheri* e *T. chalceus*), anostomídeos (*Leporinus* spp.) e pimelodídeos (*C. conirostris*) (VICENTE; PINTO, 1999; BRASIL-SATO; SANTOS, 2005; ALBUQUERQUE, 2009, 2013; MENEZES et al., 2011; MARTINS, 2012). De acordo com a morfologia apresentada pelas larvas e o local de coleta sugere-se a potencialidade de *A. fasciatus* participar do ciclo biológico das larvas de *Procamallanus* spp. como hospedeiro paratênico.

***Procamallanus* sp.₁**

Resenha ecológica:

Prevalência: 1,35%

Intensidade média: 1,00 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,01 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal.

(Figura 17)

Comentários:

Foi encontrada uma larva de *Procamallanus* sp.₁ neste estudo. Suas características incluem cutícula lisa, cápsula bucal robusta, paredes relativamente espessas com algumas espiras a partir de sua base até o meio, anel basal em formação, diferenciação do esôfago muscular e glandular, cauda com dois espinhos cuticulares terminais e ânus próximo a extremidade caudal (Tabela 1a). Poderíamos sugerir que o espécime representasse *P. saofranciscensis*, visto a semelhança dele com os espécimes adultos do parasito e prevalência desses em *A. fasciatus*, porém, essa relação seria improvável devido à localização larval, predispondo *A. fasciatus* como hospedeiro paratênico.

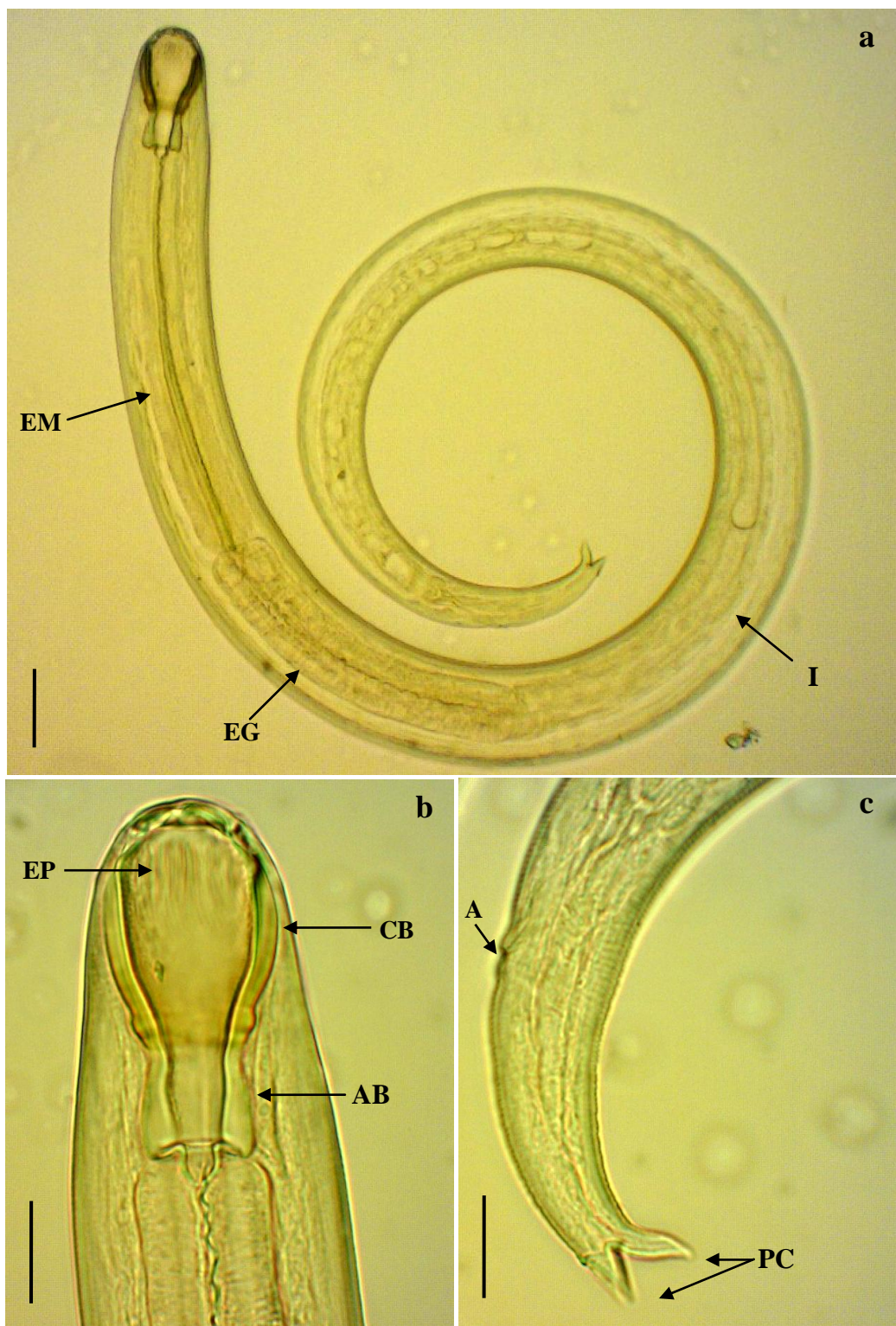


Figura 17. Espécime larval de *Procamallanus* sp.₁ de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Larva *in totum*, setas indicam o esôfago muscular (EM), o esôfago glandular (EG) e o intestino (I). **(b)** Detalhe da extremidade anterior evidenciando a cápsula bucal (CB), as espiras (EP) e o anel basal (AB). **(c)** Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A) e as projeções cuticulares (PC). Barras = 0,05 mm **(a)** e 0,02 mm **(b, c)**.

***Procamallanus* sp.₂**

Resenha ecológica:

Prevalência: 1,35%

Intensidade média: 2,00 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,03 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal.

Número de depósito: CHIOC

(Figura 18)

Comentários:

Os dois espécimes larvais em questão apresentam cutícula lisa e diferenciação do esôfago muscular e glandular, porém, diferem do anterior pela: (1) presença da cápsula bucal estreita e alongada, (2) nenhuma espira na cápsula bucal, (3) anel basal em formação e contínuo a cápsula, (4) três projeções terminais caudais e (5) ânus um pouco afastado da extremidade caudal (Tabela 1a). Semelhante a larva de *Procamallanus* sp.₁, *Procamallanus* sp.₂ foi encontrado na cavidade abdominal de *A. fasciatus*, sendo este peixe utilizado também como hospedeiro paratênico.

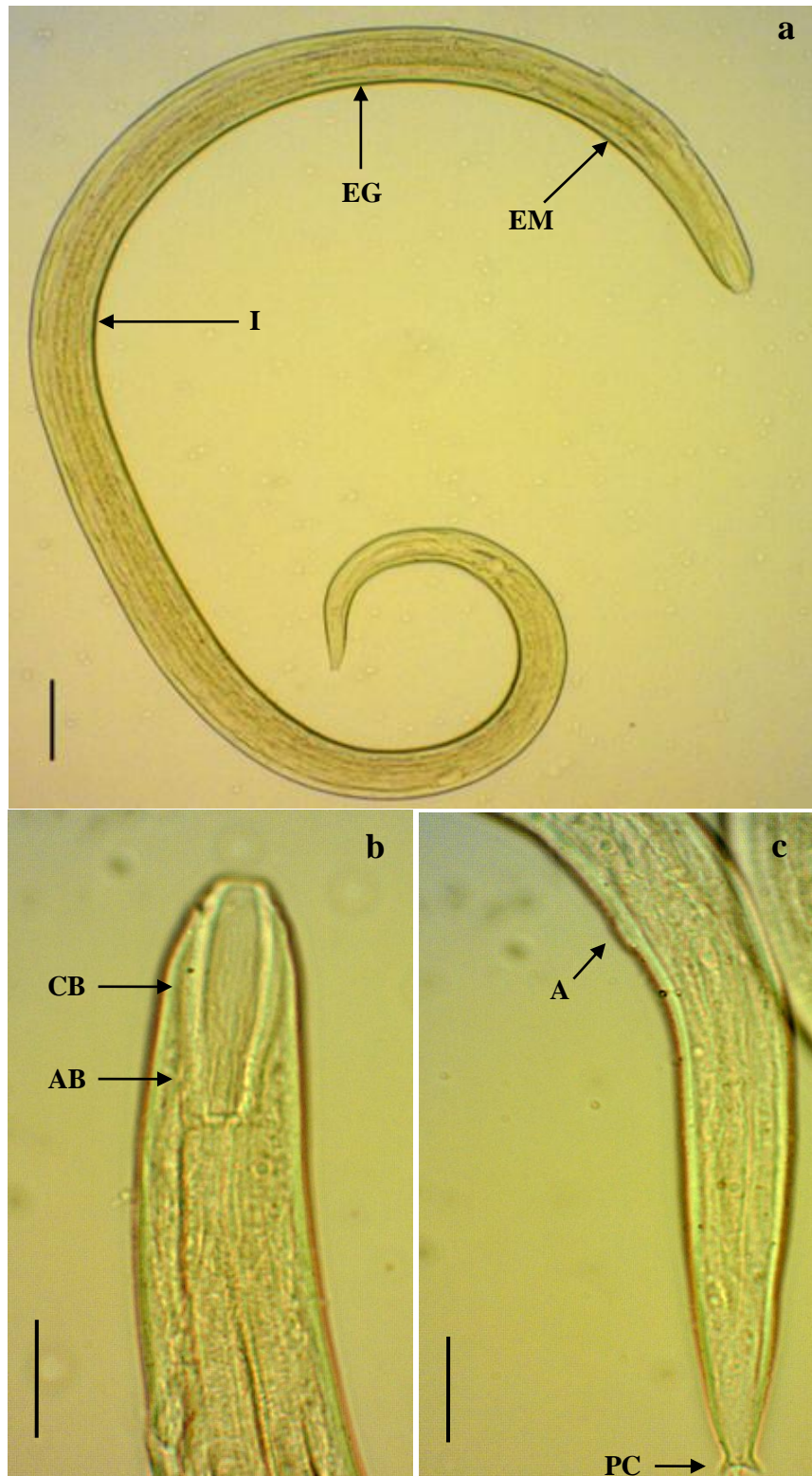


Figura 18. Espécime larval de *Procamlanus* sp.₂ de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. (a) Larva *in totum*, setas indicam o esôfago muscular (EM), o esôfago glandular (EG) e o intestino (I). (b) Extremidade anterior evidenciando a cápsula bucal (CB) e o anel basal (AB). (c) Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A) e as projeções cuticulares (PC). Barras = 0,05 mm (a) e 0,02 mm (b, c).

Superfamília Habronematoidea Chitwood & Wehr, 1932
Família Cystidicolidae Skrjabin, 1946
Gênero *Cystidicoloides* Skinker, 1931

***Cystidicoloides* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 12,16%

Intensidade média: 1,22 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,15 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal e intestino anterior.

Número de depósito: CHIOC 37852

(Figura 19)

Comentários:

Atualmente, a família possui 22 gêneros e 178 espécies (HODDA, 2011). São parasitos do intestino e alguns do gênero *Cystidicoloides* parasitam a bexiga natatória dos peixes (MORAVEC, 1998; 2007). Suas espécies liberam seus ovos embrionados no ambiente aquático. Quando ingeridos por um hospedeiro intermediário que pode ser crustáceos e larvas ou adultos de insetos, principalmente, efemerópteros ocorre a eclosão das larvas e duas mudas sucessivas ocorrem (MORAVEC, 2007).

Os espécimes larvais de *Cystidicoloides* sp. possuem tamanho mediano, cutícula espessa com estriações transversais visíveis ao longo do corpo, extremidade cefálica arredondada, com dois pseudolábios laterais e cônicos, abertura oral dorsoventralmente demarcada por quatro lâminas esclerotizadas, quatro papilas dorsoventral e ventrolateral, vestíbulo alongado dilatado anteriormente formando um protostômio em forma de funil, esôfago glandular maior que o muscular, deirídios pequenos. Nos machos, a extremidade caudal é bem desenvolvida, constituída por quatro pares de papilas pré-anais e os espículos são desiguais. Nas fêmeas, a cauda é curta e vulva equatorial (MORAVEC et al., 1998).

Cystidicoloides dlouhyi (parasitando *Hoplias*, Erythrinidae), *Cystidicoloides vaucheri* (*Oxydoras*, Siluriformes) no Paraguai e *Cystidicoloides izecksohni* (*Sternopygus*, Gymnotiformes) no Brasil. No alto rio Paraná, larvas de *Cystidicoloides* sp. foram listadas em *L. friderici* (TAKEMOTO et al., 2009).

No reservatório de Três Marias, Moravec et al. (2008) redescobriram espécimes adultos e larvais de *Cystidicoloides fischeri* encontrados no estômago das piranhas *P. piraya* e *S. brandtii* e nos forrageiros *T. guentheri* e *T. chalceus* (ALBUQUERQUE, 2009). *Cystidicoloides* sp. foi registrado em *L. reinhadti* (MARTINS, 2012) no mesmo local. Em *A. fasciatus* do reservatório de Três Marias foi registrado por Albuquerque (2013) e no presente estudo, constituindo novo hospedeiro intermediário das larvas deste parasito no alto São Francisco.

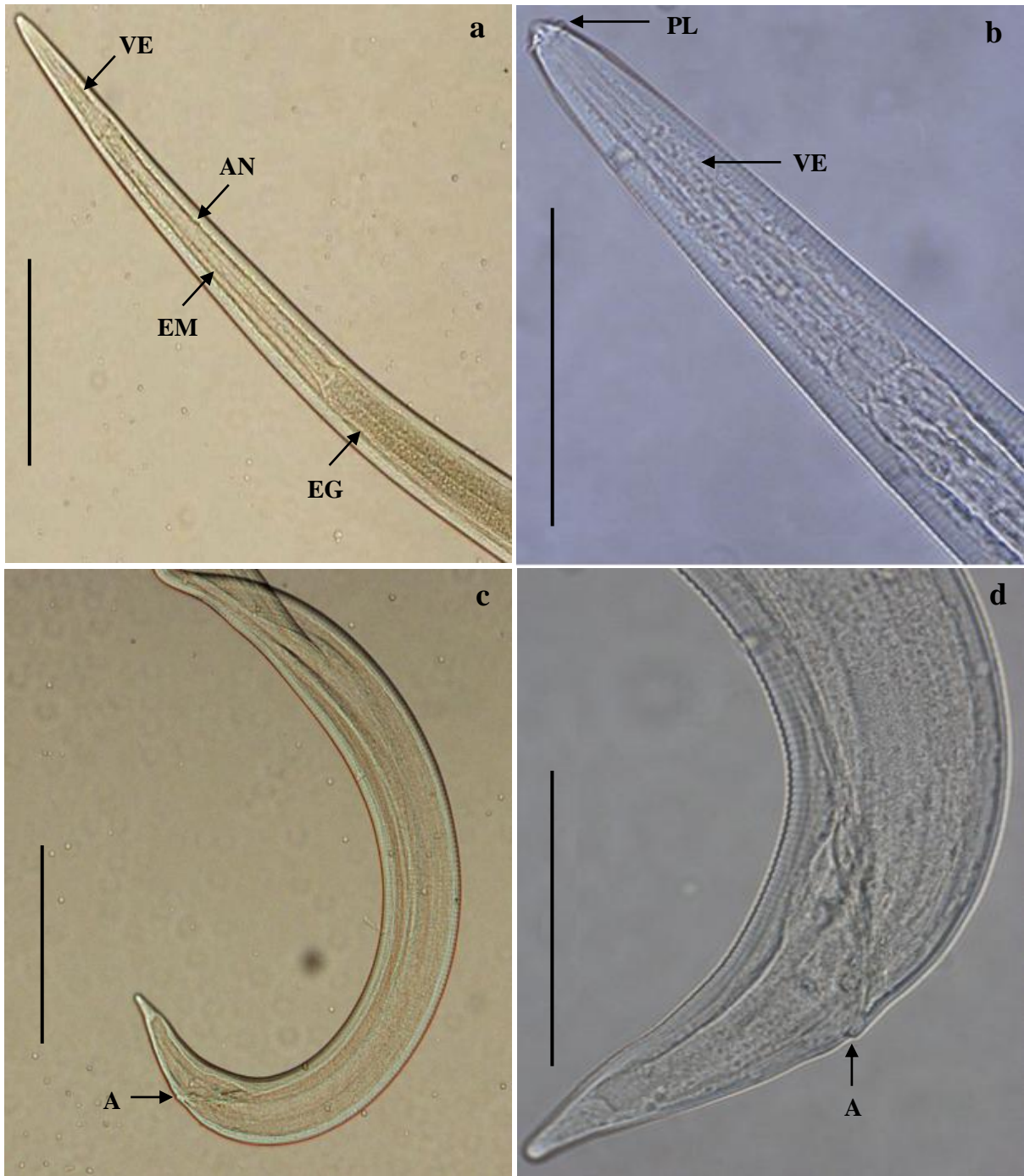


Figura 19. Espécime larval de *Cystidicoloides* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade anterior indicando o vestibulo (VE), o anel nervoso (AN), o esôfago muscular (EM) e o esôfago glandular (EG). **(b)** Detalhe do pseudoláblio (PL) e do vestibulo (VE) na extremidade anterior. **(c, d)** Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A). Barras = 0,1 mm **(b, d)** e 0,2 mm **(a, c)**.

***Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934**

(Sinônimo júnior: *Spinitectus sternopygi* Petter, 1984)

Resenha ecológica:

Prevalência: 4,05%

Intensidade média: 1,00 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,04 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: estômago.

(Figuras 20, 21 e 22)

Comentários:

Sete espécies ocorrem na América do Sul: *Spinitectus agonostomi*, *Spinitectus carolini*, *Spinitectus multipapillatus*, *Spinitectus pachyuri*, *Spinitectus asperus*, *S. rodolphiheringi* e *Spinitectus yorkei*. As três últimas espécies foram registradas no Brasil. São parasitos do sistema digestório de peixes (MORAVEC, 1998).

Os indivíduos de *Spinitectus* representam nematóides de tamanho mediano dotados de anéis cuticulares transversos providos de fileiras de espinhos cuticulares direcionados posteriormente, iniciados na região anterior até a posterior do corpo, dois pseudolábios, vestíbulo pequeno e presença dos esôfagos muscular e glandular (MORAVEC, 1998). No presente estudo, os três espécimes, um macho, uma fêmea e um juvenil, foram identificados como *S. rodolphiheringi*, além da morfometria, a análise das fileiras de espinhos, da forma e do tamanho dos espículos e do número de papilas anais foram fundamentais. Os espécimes apresentaram as duas primeiras fileiras de espinhos bem contíguas em seu terço anterior anterior. Nos machos, espículos desiguais com pontas reduzidas, quatro pares de papilas pré-anais, um par adenal e cinco pares pós-anais e nas fêmeas, vulva situada na porção posterior do corpo e voltada anteriormente (Tabela 1a).

Na bacia do São Francisco, foram registrados espécimes de *Spinitectus sternopygi* em *P. squamipennis* (SANTOS et al., 2004) e em *F. marmoratus* (SANTOS; BRASIL-SATO, 2004). Juvenis de *S. rodolphiheringi* no celoma de *P. piraya* por Santos (2008) e um macho no intestino de *T. chalcus* por Albuquerque (2009). Com a presença de *S. rodolphiheringi* em *A. fasciatus* recentemente registrada por Albuquerque (2013) e neste estudo, a lista de hospedeiros definitivos é expandida.

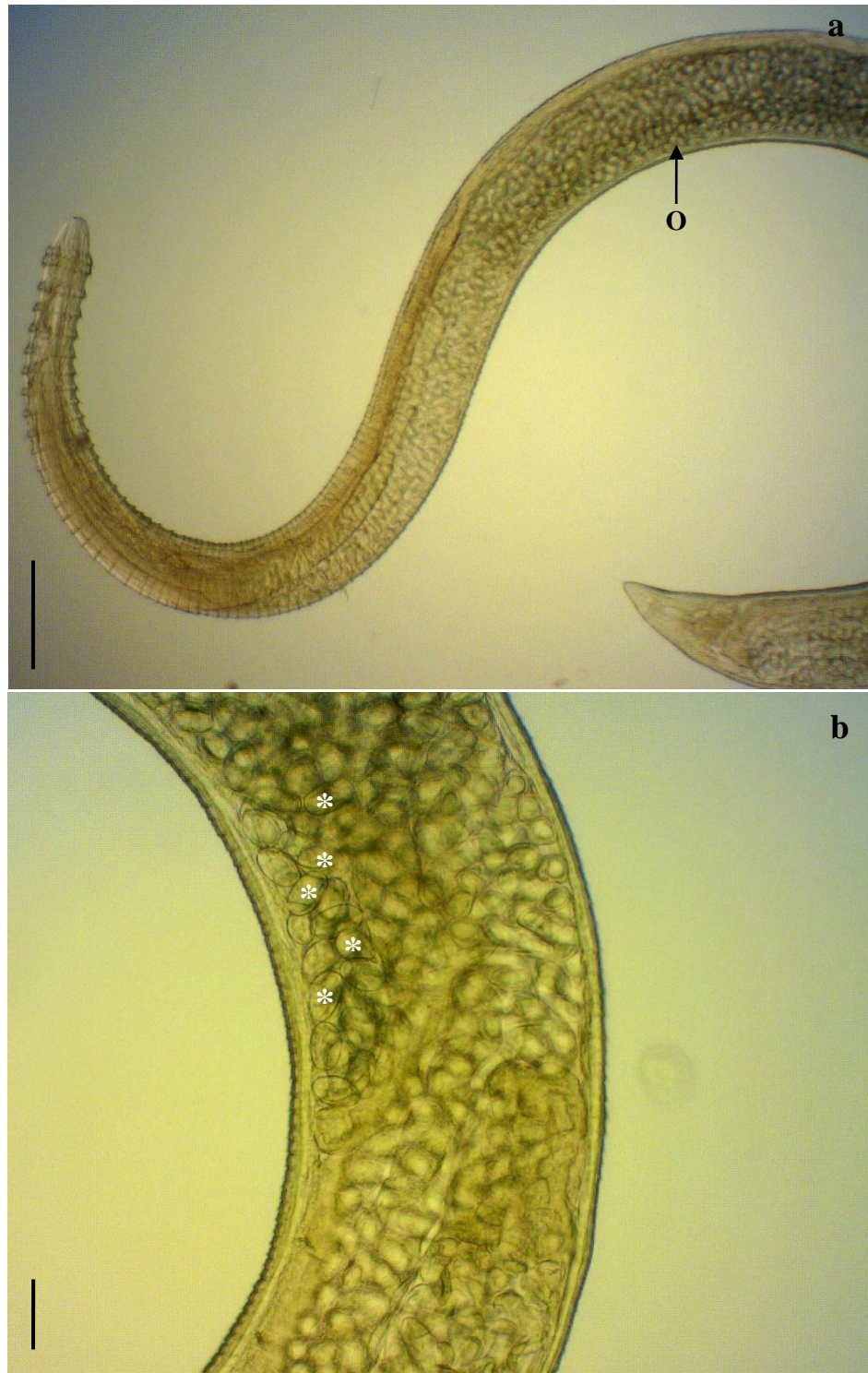


Figura 20. *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a, b)** Espécime adulto fêmea. **(a)** Ovos no interior do corpo. **(b)** *Detalhe dos ovos (O). Barras = 0,2 mm **(a)** e 0,05 mm **(b)**.

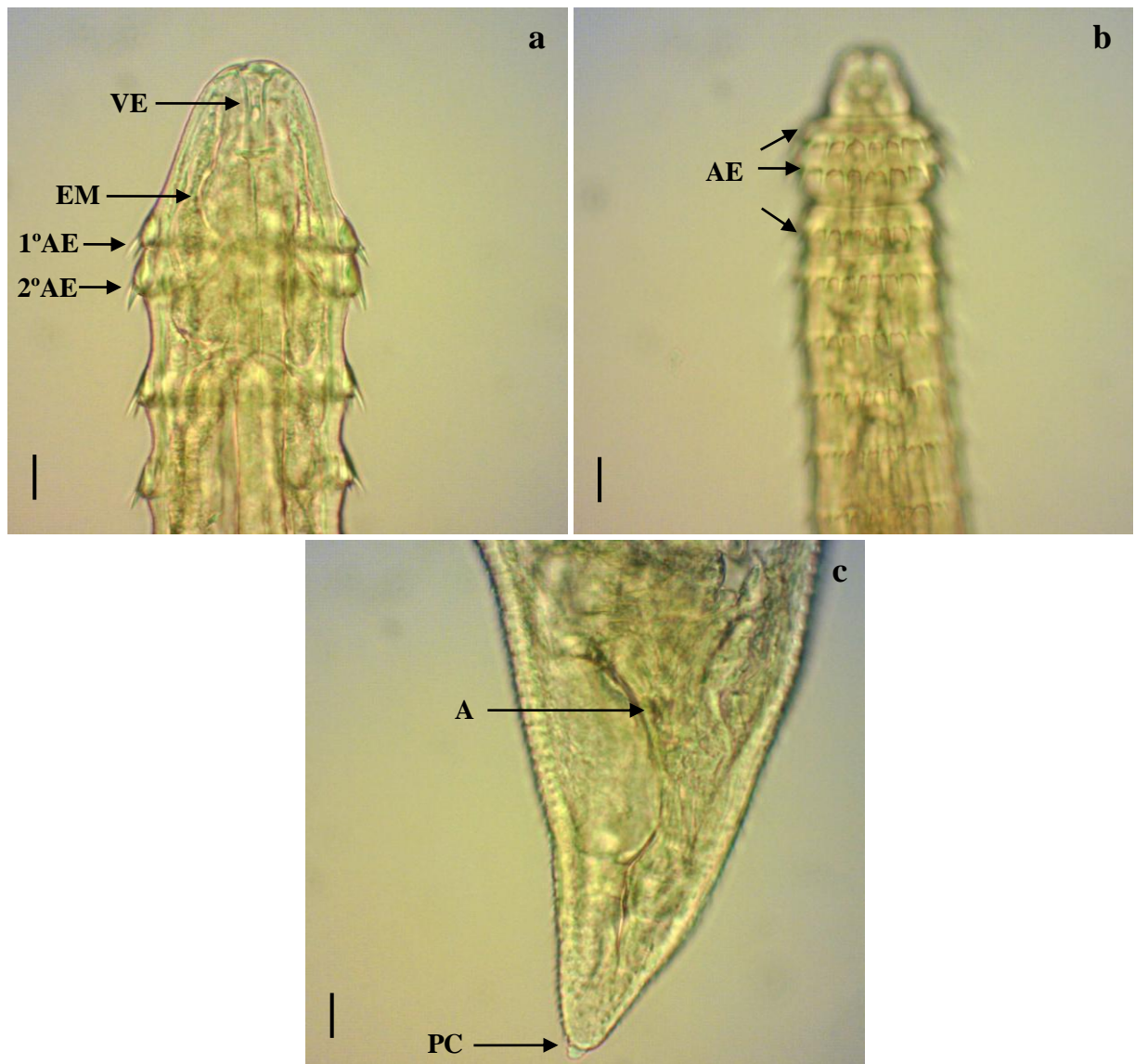


Figura 21. *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade anterior mostrando o vestíbulo (VE), o esôfago muscular (EM), os 1º e 2º anéis de espinhos (AE). **(b)** Distância entre as fileiras de espinhos da extremidade anterior (AE). **(c)** Extremidade posterior evidenciando o ânus (A) e a projeção cuticular (PC) caudal. Barras = 0,02 mm **(a-c)**.

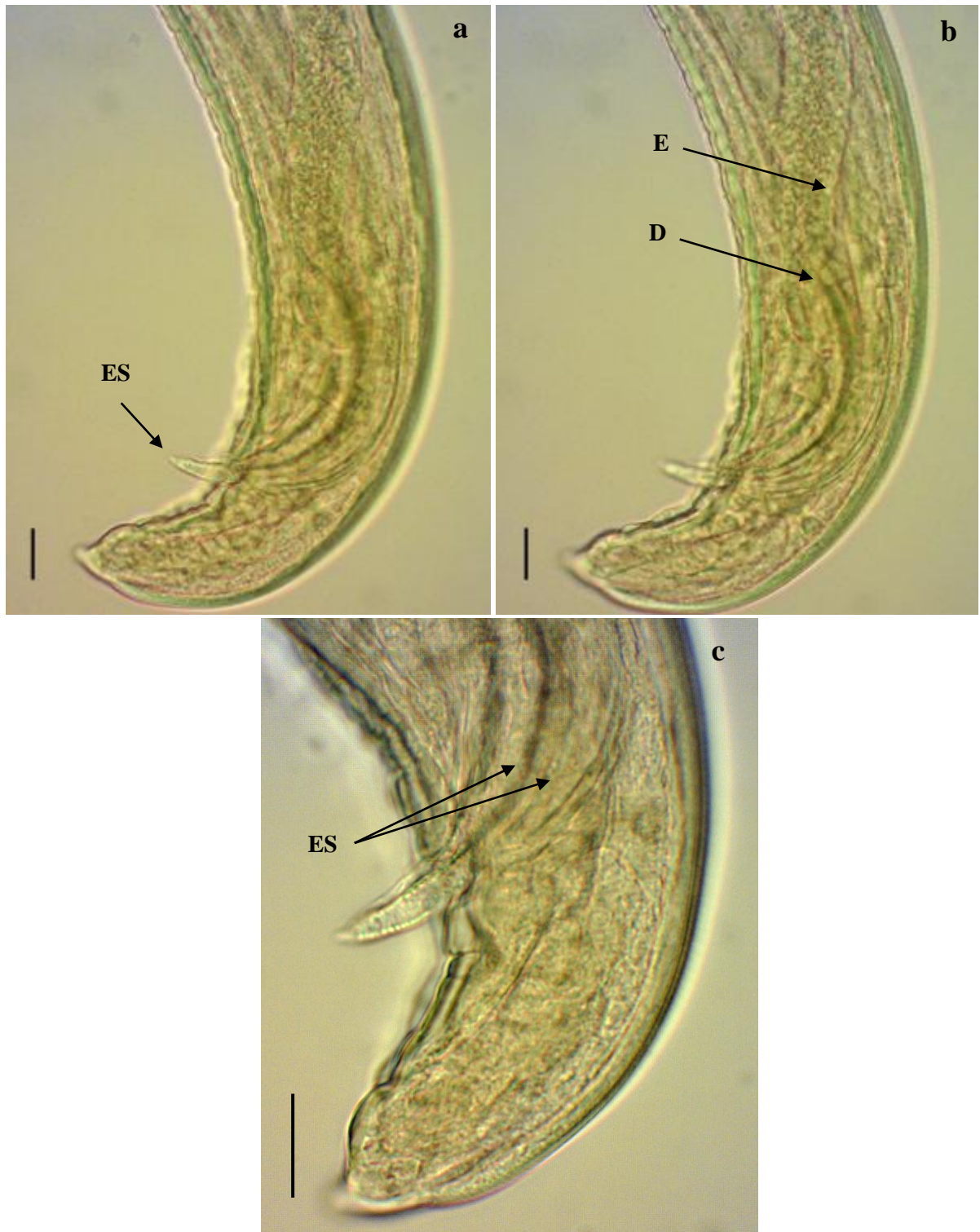


Figura 22. *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a-c)** Extremidade posterior do espécime adulto macho. **(a)** Espículo projetado. **(b)** Setas indicam o espículo esquerdo (E) e o espículo direito (D). **(c)** Detalhe dos espículos. Barras = 0,02 mm **(a-c)**.

Superfamília Thelazioidea Sobolev, 1949
Família Rhabdochonidae Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Gênero *Rhabdochona* Railliet, 1916

***Rhabdochona* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 5,41%

Intensidade média: 8,75 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,47 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal, cecos intestinais e intestino anterior.

Número de depósito: CHIOC 37859

(Figuras 23 e 24)

Comentários:

Os representantes de *Rhabdochona* spp. apresentam corpo liso, dois lábios reduzidos, cápsula bucal em forma de funil e com espinhos longitudinais terminando em dentes e presença de esôfago muscular e glandular (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006).

É possível que o gênero *Rhabdochona* Railliet, 1916 compreenda 92 espécies válidas e que todas sejam exclusivamente parasitos intestinais de peixes de água doce encontrados em todas as regiões zoogeográficas, porém, houve relatos no fígado, pâncreas, vesícula biliar, cavidade abdominal e fluxo sanguíneo. Duas espécies *Rhabdochona edentati* (Índia) e *Rhabdochona puylaerti* (África) foram descritas em sapos e cobras, no entanto, tratava-se de uma infecção secundária adquirida por esses animais ao consumirem os verdadeiros hospedeiros definitivos, os peixes (MORAVEC, 2010). Nove espécies apresentam descrições escassas ou inadequadas, sendo consideradas *species inquirendae*: *Rhabdochona bifidum*, *Rhabdochona bolani*, *Rhabdochona cephalodiverticula*, *Rhabdochona hingoli*, *Rhabdochona milesi*, *Rhabdochona nushkiai*, *Rhabdochona uvaginus*, *Rhabdochona varmai* e *Rhabdochona watsoniai* (MORAVEC, 2007).

Os hospedeiros definitivos de *Rhabdochona* são os peixes e encontram-se divididos nas seguintes ordens: Cypriniformes (53 espécies), Siluriformes (15), Characiformes (7), Perciformes (7), Cyprinodontiformes (5), Salmoniformes (2), Anguilliformes (1), Atheriniformes (1), Beryciformes (1) e Scorpaeniformes (1). Apesar desta diversidade de hospedeiros disponíveis, na América do Sul, somente três espécies foram descritas, *R. acuminata*, *Rhabdochona fabianae* e *Rhabdochona uruyeni* (THATCHER, 2006; MORAVEC, 2010). Segundo Costa et al. (2011), não existem estudos sobre possíveis hospedeiros intermediários para as três espécies de *Rhabdochona* registradas neste continente, contudo, o ciclo evolutivo deste nematóide tem sido estudado experimentalmente na Europa com as espécies *Rhabdochona denudata*, *Rhabdochona ergensi*, *Rhabdochona hellichii* e *Rhabdochona phoxini* na Europa e na América do Norte com *Rhabdochona canadensis* e *Rhabdochona kidderi texensis*. As pesquisas verificaram que as larvas infectivas ou juvenis de *Rhabdochona* utilizam insetos aquáticos, principalmente, os da ordem Ephemeroptera e menos frequentemente os Trichoptera e os Plecoptera como hospedeiros intermediários (MORAVEC, 1995).

Seis espécies do gênero foram descritas a partir de peixes da América do Sul, *R. acuminata*, *Rhabdochona cubensis*, *Rhabdochona kideri kideri*, *R. kideri texensis*, *Rhabdochona lichtenfelsi* e *R. uruyeni*.

Rhabdochona acuminata foi listada na Amazônia por Thatcher (2006) em *A. fasciatus*, no alto rio Paraná por Takemoto et al. (2009) em *Auchenipterus osteomystax*. Salgado-Maldonado (2008) listou a ocorrência de *Rhabdochona* spp. na América Central, inclusive de *R. kidderi* e *R. mexicana* em *A. fasciatus*. Recentemente, Abdallah et al. (2012) coletaram *Rhabdochona* sp. em *Gymnotus silvyus* e *R. acuminata* em *Triportheus nematurus*. Entre os hospedeiros do reservatório de Três Marias e na bacia do São Francisco, que estavam parasitados por larvas de *Rhabdochona*, estão as seguintes espécies: *A. britskii* e *A. lacustris* (MOREIRA, 1994), *C. conirostris* (BRASIL-SATO e SANTOS, 2005), *T. chalceus*, *T. guenteri* (ALBUQUERQUE, 2009), *L. piau* e *S. knerii* (MARTINS, 2012) e *A. fasciatus* do reservatório de Três Marias (ALBUQUERQUE, 2013). Espécimes adultos de *Rhabdochona* sp. também foram encontrados por (SANTOS, 2008) em *C. kelberi* e *R. acuminata* por Costa et al. (2011) em *A. britskii* e *A. lacustris*. No presente trabalho *A. fasciatus* corrobora sua atuação como hospedeiro intermediário destas larvas no alto São Francisco.

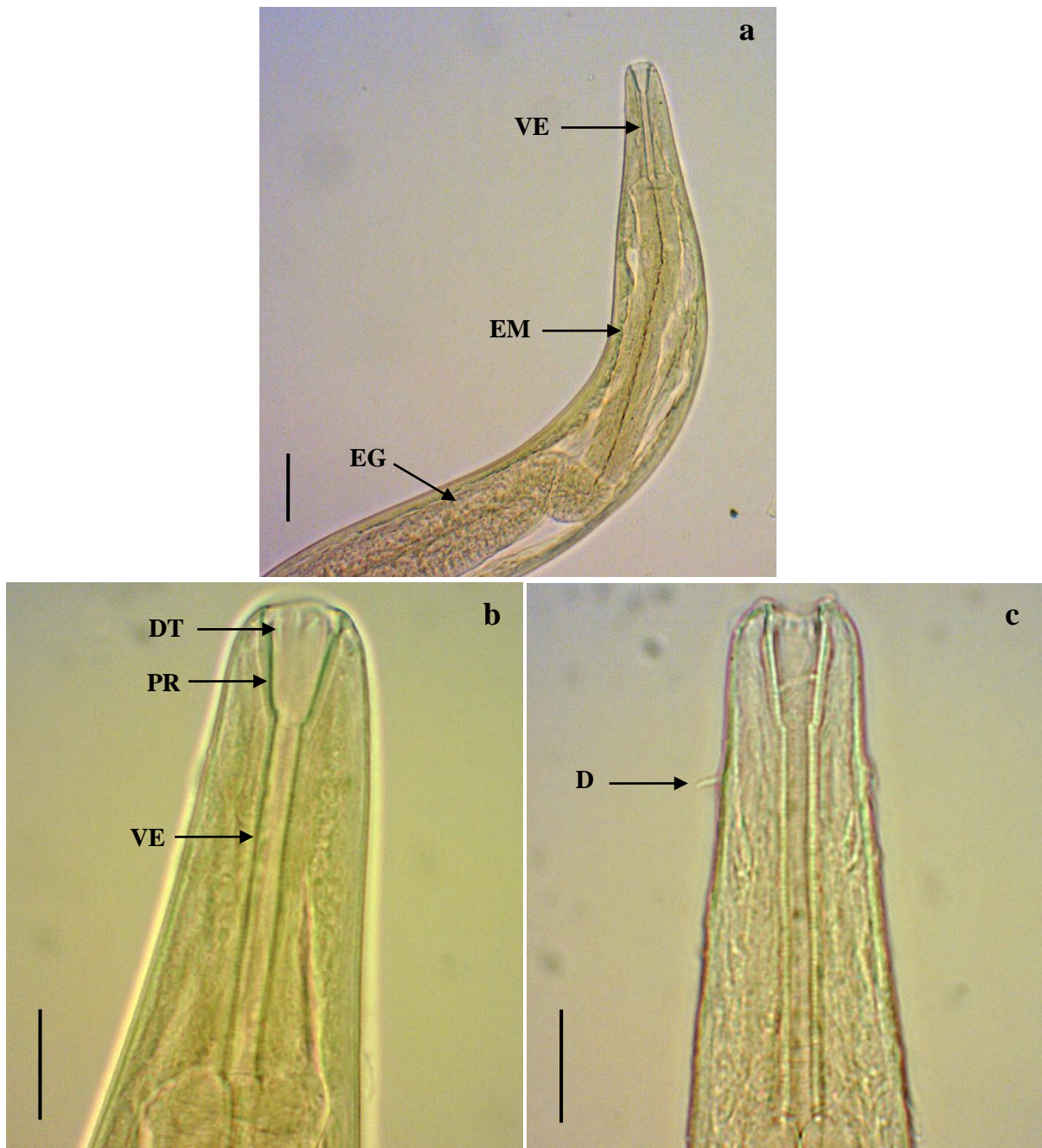


Figura 23. Espécime larval de *Rhabdochona* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a-c)** Extremidade anterior. **(a)** Vestíbulo (VE), esôfago muscular (EM) e esôfago glandular (EG). **(b)** Detalhe dos dentes (DT), do protostômio (PR) e do vestibulo (VE). **(c)** Deirídio. Barras = 0,05 mm **(a)** e 0,02 mm **(b, c)**.

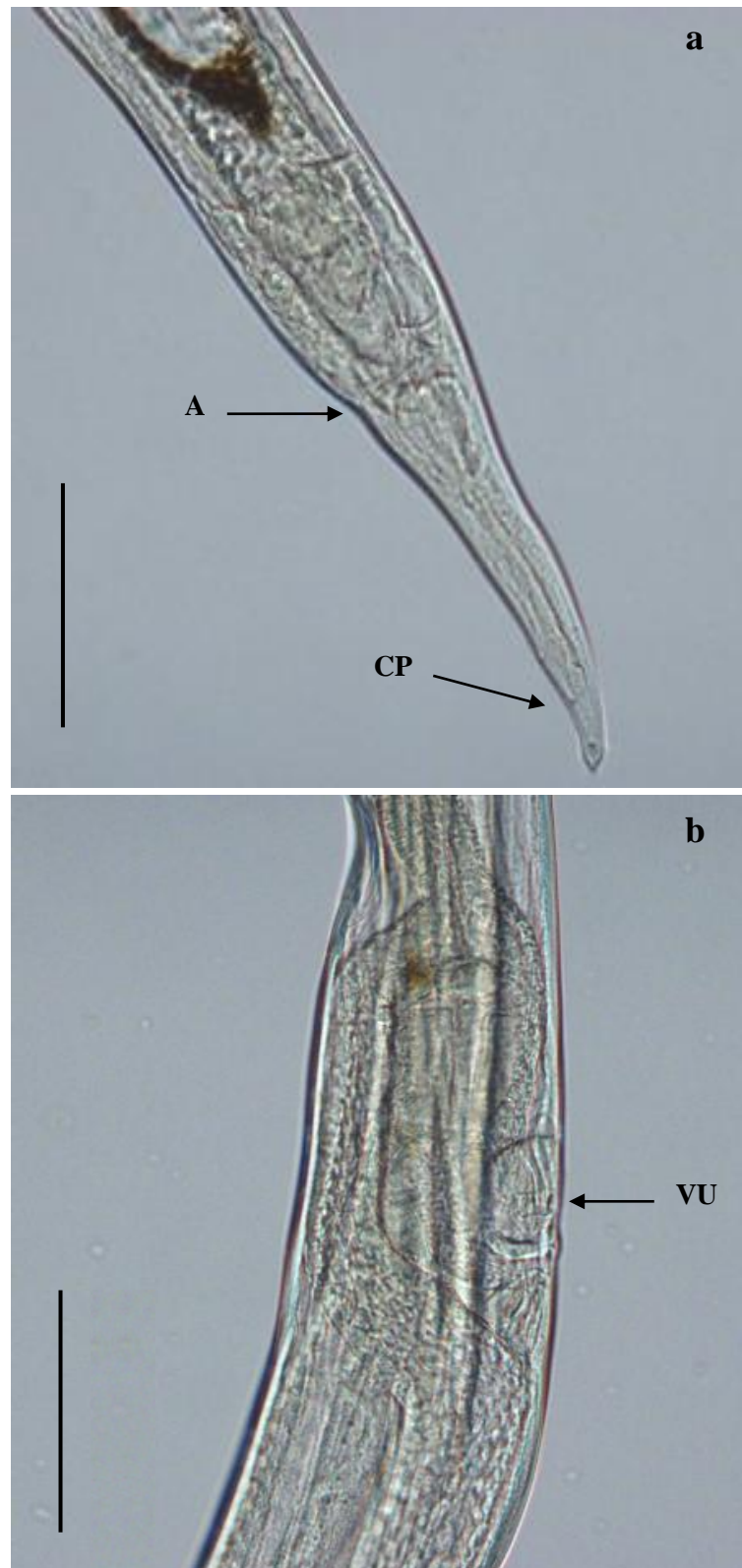


Figura 24. Espécime larval de *Rhabdochona* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade posterior mostrando a abertura anal (A) e a cauda pontiaguda (CP). **(b)** Vulva (VU). Barras = 0,1 mm **(a, b)**.

Superfamília Gnathostomatoidea Railliet, 1895
Família Gnathostomatidae Railliet, 1895
Gênero *Spiroxys* Schneider, 1866

Spiroxys sp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 22,97%

Intensidade média: 3,59 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,82 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal, tecido adiposo, estômago, fígado e cecos intestinais.

Número de depósito: CHIOC 37860

(Figura 25)

Comentários:

Spiroxys spp. são nematóides pequenos com cutícula fina estriada transversalmente, extremidade cefálica provida de dois pseudolábios cada um com duas fendas (depressões), duas papilas cefálicas, um anfídeo pequeno em cada lado na base do pseudolábio, esôfago muscular e glandular, um par de papilas (fasmídios) posterior a abertura anal e cauda cônica com a ponta arredondada (MORAVEC, 1998).

No gênero *Spiroxys* Schneider, 1866 estão alocadas sete espécies que parasitam a mucosa gástrica de cágados de água doce nas Américas Central e do Norte. Dessas, quatro foram relatadas no México: *Spiroxys contortus*, *Spiroxys corti*, *Spiroxys susanae* e *Spiroxys triretrodens* (MORAVEC, 1998; SANTOS et al., 2009). No ciclo de vida de *Spiroxys* spp., os ovos com L1 junto as fezes de cágados são liberados para o ambiente. Os ovos são consumidos pelo hospedeiro intermediário, copépodos ou insetos aquáticos (MORAVEC, 1998), eclode e chegando a hemocele sofre duas mudas e o ciclo se fecha com a ingestão do estágio infectivo (L3) pelo hospedeiro definitivo (ANDERSON, 1992). Os peixes de água doce atuam como hospedeiros paratênicos das larvas de *Spiroxys* spp. (MORAVEC, 1998; SANTOS et al., 2009).

As larvas de *Spiroxys* foram registradas parasitando a cavidade celomática, o mesentério e o intestino de *A. fasciatus* em Yucatan, México (MORAVEC, 1998). No reservatório de Três Marias, Santos (2008) relatou a ocorrência destas larvas na ordem Perciformes (*P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi*) e na ordem Characiformes, Albuquerque (2009) encontrou em *T. guentheri* e *T. chalceus*, Martins (2012) em *L. obtusidens* e *L. piau* e Albuquerque (2013) em *A. fasciatus*. À jusante do UHE de Três Marias, estas larvas foram registradas em *A. bimaculatus* (Characiformes) por Menezes et al. (2011) e, este estudo indica *A. fasciatus* como mais um hospedeiro caraciforme destes parasitos à jusante da barragem de Três Marias, bacia do São Francisco.

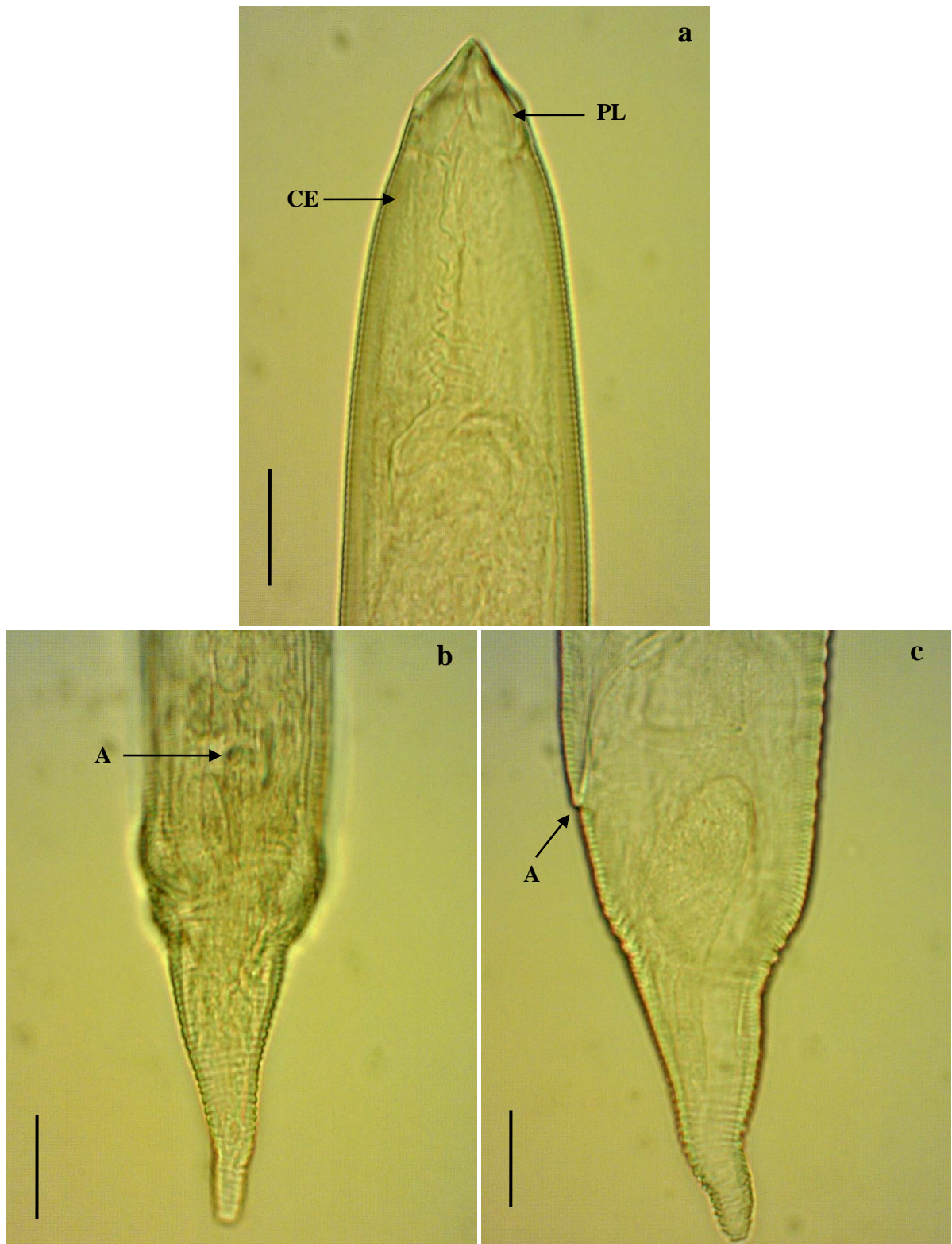


Figura 25. Espécime larval de *Spiroxys* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a)** Extremidade anterior, destacando o pseudolábio (PL) e o corpo estriado (CE). **(b, c)** Extremidade posterior com setas apontando a abertura anal (A), vista ventral e vista lateral, respectivamente. Barras = 0,02 mm **(a-c)**.

Classe Adenophorea Linstow, 1905
Ordem Enoplida Pearse, 1929
Superfamília Dioctophymatoidea Railliet, 1916
Família Dioctophymatidae Railliet, 1915
Gênero *Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909

***Eustrongylides* sp.**

Resenha ecológica:

Prevalência: 1,35%

Intensidade média: 1,00 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,01 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade abdominal.

(Figura 26)

Comentários:

Os representantes do gênero *Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909 apresenta na abertura oral cerca de 12 a 18 papilas arranjadas em dois círculos, cada um com seis papilas, esôfago longo, bolsa copuladora em forma de sino nos machos e vulva bem próxima ao ânus nas fêmeas (MOREVEC, 1998). São conhecidas três espécies válidas *Eustrongylides excisus*, *Eustrongylides ignotus* e *Eustrongylides tubifex* todas descritas por Jägerskiöld, 1909. Rego e Vicente (1988b) redescreveram a espécie *E. ignotus* e analisaram algumas larvas de terceiro e quarto estágios. As larvas de quarto estágio apresentaram algum desenvolvimento das gônadas, nessas, inclusive as papilas bucais mostraram um grande desenvolvimento. Foi constatado elevado nível de parasitismo por larvas de *Eustrongylides* nos peixes no rio Cuiabá, Mato Grosso, principalmente em piranhas, *P. nattereri* (REGO; VICENTE, 1988b).

Não foi possível a medição do único espécime devido a pouca visibilidade de suas estruturas, entretanto, apresentamos algumas características gerais, a morfometria do corpo cilíndrico com 13,45 mm de comprimento e 0,375 mm de largura máxima, a cauda contraída ligeiramente em direção ao ânus, distando 0,153 mm de comprimento da extremidade posterior. Rego e Vicente (1988b) relataram que as diferenças nas características morfológicas entre as espécies são muito pequenas, porém, as papilas bucais, a forma da bolsa copulatória e a dimensão dos espículos são essenciais na identificação das espécies do gênero *Eustrongylides*. Em nosso estudo, as papilas foram notáveis na extremidade cefálica, todavia, não a ponto de chegarmos a nível específico. O comprimento da larva deste estudo estava em consonância quando comparado com as larvas de terceiro estágio de *E. tubifex* (MORAVEC, 1998), cujas medidas eram 11,5-34,8 mm de comprimento e 0,10-0,30 mm de largura, no entanto, era bem menor em relação as larvas de *E. ignotus* (75 mm de comprimento e 0,6 mm de largura) e *Eustrongylides* sp. (76,16 mm de comprimento e 0,598 mm de largura) encontradas por Moravec (1998) e Moravec et al. (1997), respectivamente. A identificação das espécies no estágio larvar é problemática, visto que as características taxonômicas não estão definidas, por isso, Moravec (1998) afirma que a forma mais segura para a sua determinação, a nível específico, consiste na infecção experimental de aves.

Espécie com importância zoonótica em saúde pública. Diferentemente das larvas de *Contracaecum* sp., as de *Eustrongylides* sp. foram encontradas em humanos. Barros et al. (2004) infectaram dez coelhos com larvas L4 de *E. ignotus* coletados de traíras naturalmente parasitadas. Devido à patogenicidade deste nematóide, oito coelhos apresentaram lesões por

congestão gástrica e peritonial, gastrite hemorrágica e possível morte por peritonite (BARROS et al., 2004).

No ciclo destes nematóides, os ovos liberados no ambiente aquático juntamente com as fezes da ave tornam-se embrionados com L1 e infectivos para anelídeos (oligoquetas), hospedeiro intermediário. Nesses, a larva eclode e ocorrem duas mudas originando L3, que por sua vez, geram L4, a maioria encapsulada no mesentério e serosa intestinal, ao serem ingeridas por peixes forrageiros e, por fim, pelas aves piscívoras que completam o ciclo ao consumirem os peixes com as larvas infectantes, as quais se tornam adultas em 2 a 8 dias. Os peixes podem atuar como hospedeiros intermediários ou paratênicos, sendo parasitados pelos dois estágios L3 ou L4 (REGO; VICENTE, 1988a; ANDERSON, 1992; MORAVEC, 1998). Geralmente, a maioria destes parasitos fica encistada na cavidade abdominal e nas vísceras.

Entre os caracídeos, as traíras, *H. malabaricus*, são comumente parasitadas por *Eustrongylides* sp., sendo a forma adulta encontrada no proventrículo, principalmente, nas aves ciconiformes e peliconiformes (EIRAS; REGO, 1989), além de, mais raramente, em anfíbios (rã) e répteis (cobras e jacarés) (REGO; VICENTE, 1988a). A investigação do potencial zoonótico em 30 traíras do rio Cuiabá revelou a prevalência de 33% de larvas de *Eustrongylides* sp. na musculatura esquelética e nas vísceras dos peixes (BARROS et al., 2007). Segundo Rego (1989), as larvas de *Eustrongylides* sp. encistadas na musculatura dos peixes podem provocar fibrose ao redor destes cistos e, aparentemente, baixo crescimento do hospedeiro. Foi relatada uma ocorrência elevada (82,6%) de *Eustrongylides* sp. na musculatura esquelética e, apenas, 8,7% na cavidade celomática em *P. nattereri* indicando novamente o possível potencial zoonótico em humanos ao se alimentarem do pescado (BARROS et al., 2010).

Espécimes larvais de *Eustrongylides* sp. também foram encontrados no mesentério e na cavidade abdominal de peixes na China (MORAVEC et al., 2003) e no México (SALGAGO-MALDONADO et al., 2004). No Brasil, as larvas estavam presentes em *A. lacustris* (ABDALLAH et al., 2012) e em *A. lacustris*, *G. carapo*, *L. obtusidens* e *P. maculatus* (TAKEMOTO et al., 2009). Estes autores encontraram larvas de *E. ignotus* em *H. malabaricus*, *H. platyrhynchos*, *P. corruscans*, *S. brasiliensis*, *S. marginatus* e *Serrasalmus maculatus*. Na bacia do rio São Francisco, Brasil-Sato (2003) listou larvas e adultos de *Eustrongylides* sp. em *S. brasiliensis*, *H. malabaricus* e *P. maculatus*. O registro de *Eustrongylides* sp. em estágio larval em *A. fasciatus* amplia sua lista de hospedeiros intermediários conhecidos na bacia do São Francisco.

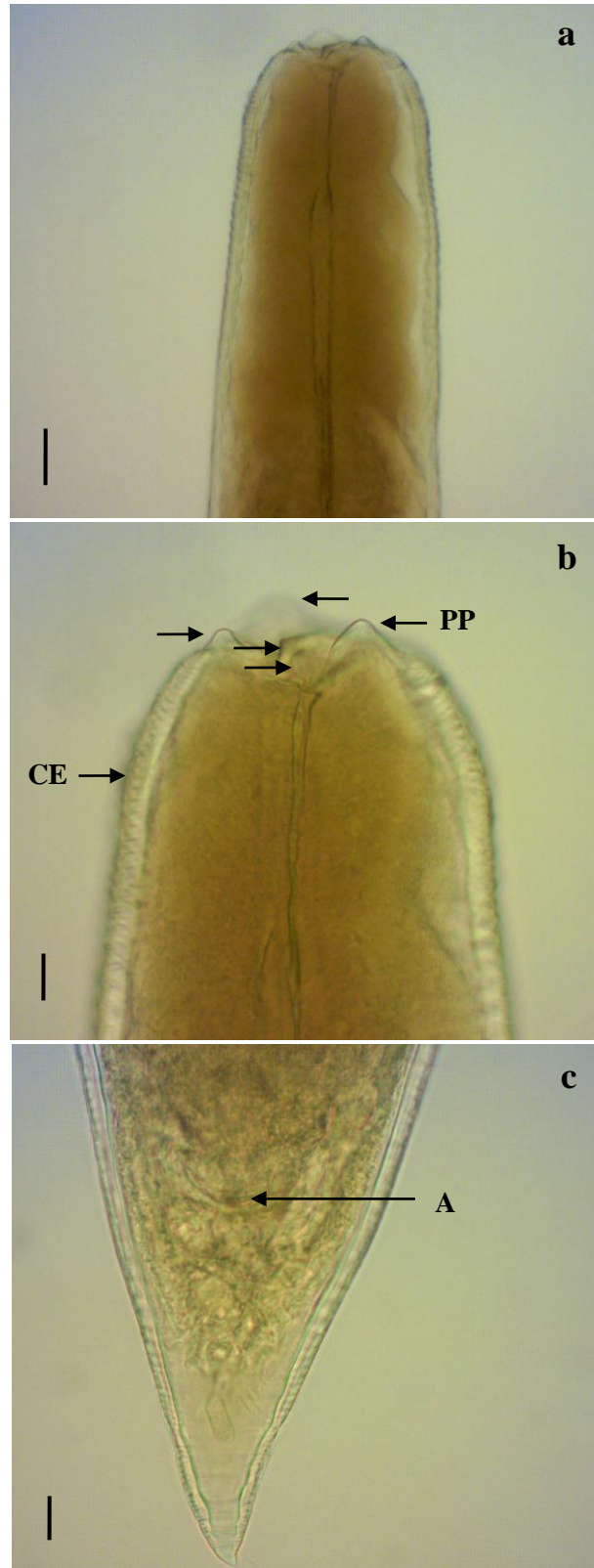


Figura 26. Espécime larval de *Eustrongylides* sp. de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a, b)** Extremidade anterior. **(b)** As setas indicam as papilas cefálicas (PP) e o corpo estriado (CE). **(c)** Extremidade posterior com seta apontando a abertura anal (A). Barras = 0,05 mm **(a)** e 0,02 mm **(b, c)**.

Filo Acanthocephala Rudolphi, 1808
Classe Eoacanthocephala Van Cleave, 1936
Ordem Neoechinorhynchida Southwell & Macfie, 1925
Família Neoechinorhynchidae Van Cleave, 1919
Subfamília Neoechinorhynchinae Travassos, 1926
Gênero *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892

***Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998**

Resenha ecológica:

Prevalência: 1,35%

Intensidade média: 5,00 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,07 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: intestino anterior.

Número de depósito: CHIOC 37856

(Figuras 27 e 28)

Comentários:

Travassos (1917) encetou estudos sobre o grupo Acanthocephala em peixes de água doce no Brasil criando a família Neoechinorhynchidae. Por sua vez, Brasil-Sato e Pavanelli (1998) descreveram a espécie *Neoechinorhynchus pimelodi* a partir de espécimes obtidos do intestino anterior de *P. maculatus* do rio São Francisco, Três Marias, Minas Gerais. Esta descrição foi seguida de uma avaliação sobre os aspectos ecológicos e reprodutivos do parasito (BRASIL-SATO; PAVANELLI, 1999). Atualmente, Monks e Richardson (2011) apresentaram a família com 16 gêneros e 145 espécies.

Os indivíduos deste filo são vulgarmente conhecidos por “parasitos de cabeça espinhosa”, pois, apresentam uma probóscide retrátil com três fileiras de espinhos curvos de comprimento grande, médio e pequeno (THATCHER, 1991). Os acantocéfalos possuem ciclos de vida complexos, envolvendo invertebrados, peixes, anfíbios, aves e mamíferos como hospedeiros. Os espécimes adultos são encontrados unicamente parasitando o intestino de vertebrados, haja vista, a ausência de sistema digestório, e os larvais na cavidade corporal de hospedeiros intermediários, como os artrópodes (BHATTACHARYA, 2007). Muitos acantocéfalos de água doce infectam o zooplâncton, principalmente copépodos calanóides, entretanto, outros crustáceos atuam como hospedeiros intermediários, entre eles estão: eufausídeos, copépodos ciclopóides, anfípodes, ostrácodes e larvas de Megaloptera (MARCOGLIESE, 1995). No caso dos hospedeiros paratênicos estão presentes organismos alocados em Mollusca e Hirudinea (MALTA et al., 2001), além dos peixes (EIRAS, 1994).

Quanto ao ciclo de vida, é dependente de um artrópode como hospedeiro intermediário e um peixe como hospedeiro definitivo. Os ovos embrionados chegam ao ambiente externo através das fezes do hospedeiro definitivo. O ovo contendo o acantor é ingerido por um hospedeiro intermediário, atinge a serosa intestinal, se desenvolve em acantela e, posteriormente, em cistacanto, estágio infectivo. No hospedeiro definitivo, a larva se desencista e se fixa a parede intestinal, onde alcançará a maturidade sexual (MARCOGLIESE, 1995; SALGADO-MALDONADO, 2006). Entretanto, os peixes também podem estar envolvidos como hospedeiro paratênico (EIRAS, 1994; MARCOGLIESE, 1995), quando cistacantos são encontrados na cavidade celômica, no mesentério, na parede exterior do intestino ou no fígado do peixe. A larva permanece viva, sem se desenvolver, até o peixe ser predado por um hospedeiro susceptível, no qual o acantocéfalo atingirá a fase adulta.

Normalmente, esses hospedeiros são peixes maiores, aves piscívoras e mamíferos marinhos (SALGADO-MALDONADO, 2006).

Segundo Eiras (1994) a inserção da probóscide no intestino do hospedeiro pode ocasionar lesões superficiais ou profundas a ponto de perfurar o órgão, provocando uma reação inflamatória capaz de interferir na capacidade de absorção dos peixes. Malta et al. (2001) constataram em todos os tambaquis de cultivo *C. macropomum* uma alta infecção por acantocéfalos *Neoechinorhynchus buttnerae* provocando a oclusão total do trato intestinal e mortalidade dos peixes.

Neoechinorhynchidae é a família mais representativa, compreendendo cerca de doze espécies de parasitos em peixes dulcícolas, salobros e marinhos (LUQUE; POULIN, 2007). Em *Neoechinorhynchus Hamann*, 1892, 21 espécies foram listadas na Índia (BHATTACHARYA, 2007). Santos et al. (2008) apresentaram uma listagem com espécies de acantocéfalos de peixes de águas doce e salgada do Brasil. As espécies apresentadas no gênero *Neoechinorhynchus* foram:

- *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) buttneare* da bacia do rio Amazonas;
- *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) curemai* do rio Amazonas, Pirassununga (SP), do reservatório Volta Grande (MG), do Mato Grosso, alto rio Paraná e do rio Potengi (RN);
- *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) macronucleatus* da lagoa Juparanã (ES) e de Campos (RJ);
- *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) paraguayensis* do rio Guandu-Açú (RJ);
- *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) pimelodi* do rio São Francisco (Três Marias/MG);
- *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) pterodoridis* da bacia do rio Amazonas.

Apesar de várias famílias de peixes participarem desta lista, inclusive Characidae, nenhum registro de acantocéfalo foi realizado em *A. fasciatus*. Da mesma forma, Luque e Poulin (2007) analisaram uma amostra com 123 espécies de peixes, das quais, a maioria que estava parasitada pertencia à família Characidae abrigando 15 espécies de acantocéfalos. Somente em *A. fasciatus* foram 87 registros de espécies de parasitos: um copépodo, uma hirudínea, dois acantocéfalos, seis cestóides, 13 monogenéticos, 21 nematóides e 43 digenéticos.

Outras espécies foram descritas e redescritas, *Neoechinorhynchus buckeri* (AMIN; HECKMANN, 2009) em *Moxostoma poecilurum* no rio Tchoutacabouffa (Mississippi, EUA) e *N. tenellus* (AMIN; MUZZAL, 2009) em *Esox lucius* e *Sander vitreus* no rio St. Marys (Michigan, EUA), anteriormente, descrita por Van Cleave em 1913.

Thatcher (2006) listou *Quadrigyrus torquatus* em *A. fasciatus*. Na bacia do rio São Francisco foram registrados espécimes adultos de *N. pimelodi* no peixe *F. marmoratus* (SANTOS; BRASIL-SATO, 2004) e *Neoechinorhynchus prochilodurum* em *P. argenteus* (MONTEIRO, 2011).

Astyanax fasciatus é o segundo hospedeiro definitivo catalogado para esta espécie na bacia hidrográfica em questão. As espécies de *Neoechinorhynchus* mais semelhantes a *N. pimelodi* são: *N. paraguayensis* e *N. pterodoridis* registradas por Thatcher (1991). Alguns caracteres foram determinantes para a distinção entre as espécies como, o tamanho do tronco, o tamanho maior dos ovos e as medidas dos ganchos discutidos por Brasil-Sato e Pavanelli (1998). No presente estudo, cinco espécimes juvenis fêmeas de *N. pimelodi* foram obtidos de *A. fasciatus*, sendo suas estruturas medidas (Tabela 1c). Os espécimes analisados apresentaram tronco pequeno e elíptico e ovos maiores em relação a *N. paraguayensis* e *N.*

pterodoridis; presença de três círculos de ganchos de tamanhos diferentes, a partir da extremidade da probóscide, sendo no círculo anterior, ganchos maiores, largos e curvados, no segundo círculo, ganchos de tamanho mediano e levemente curvados e no terceiro círculo, ganchos menores e um pouco retos; pescoço alongado nos juvenis (igualmente nas fêmeas e nos machos adultos); presença de dois lemniscos de tamanho semelhante, um mononucleado e outro binucleado; sistema reprodutor evidenciando a presença de ovos.

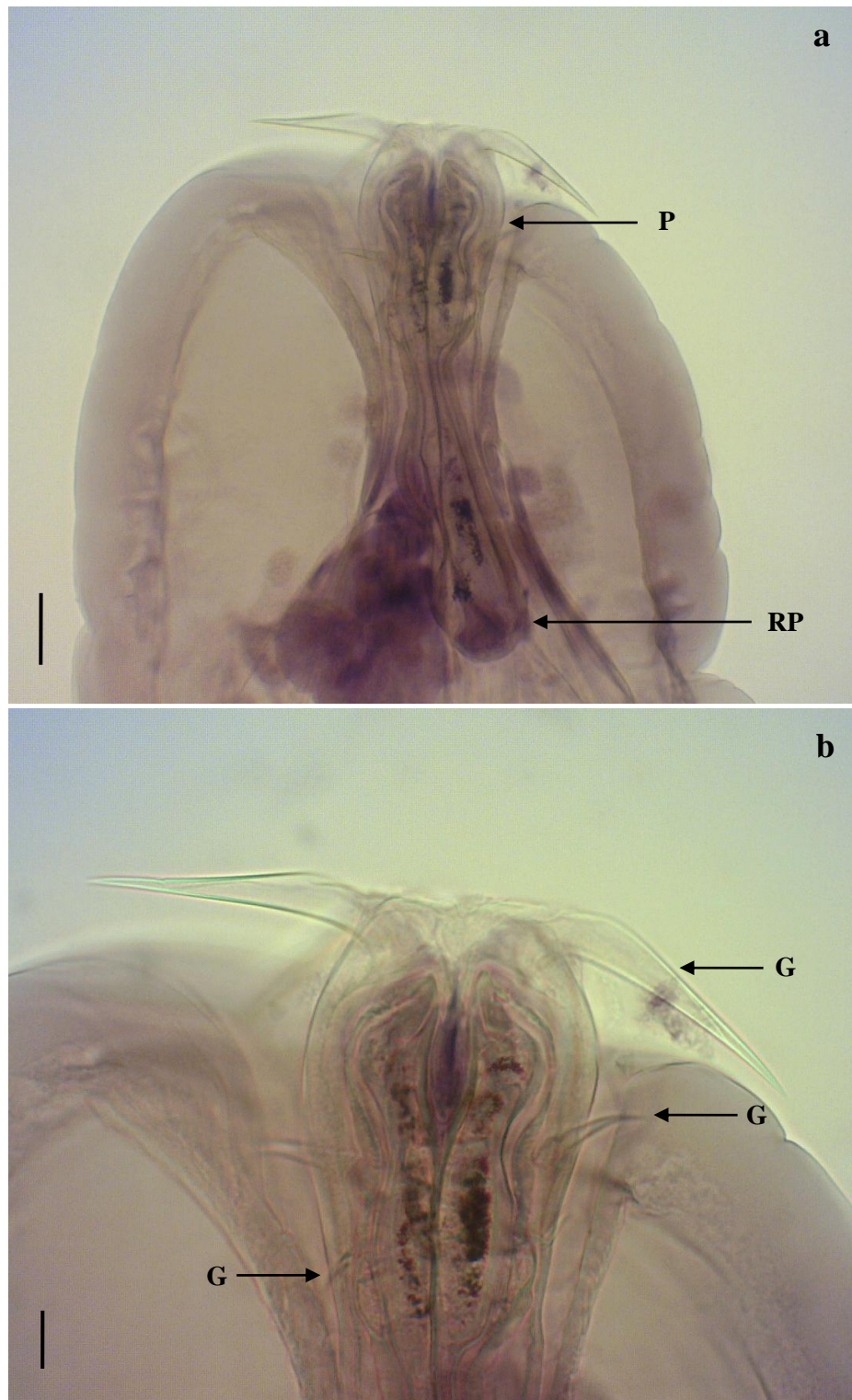


Figura 27. Espécime juvenil de *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. **(a, b)** Extremidade anterior. **(a)** As setas mostram a probóscide (P) e o receptáculo da probóscide (RP). **(b)** As setas indicam os ganchos de tamanhos de diferentes: grande, médio e pequeno (G). Barras = 0,05 mm **(a)** e 0,02 mm **(b)**.

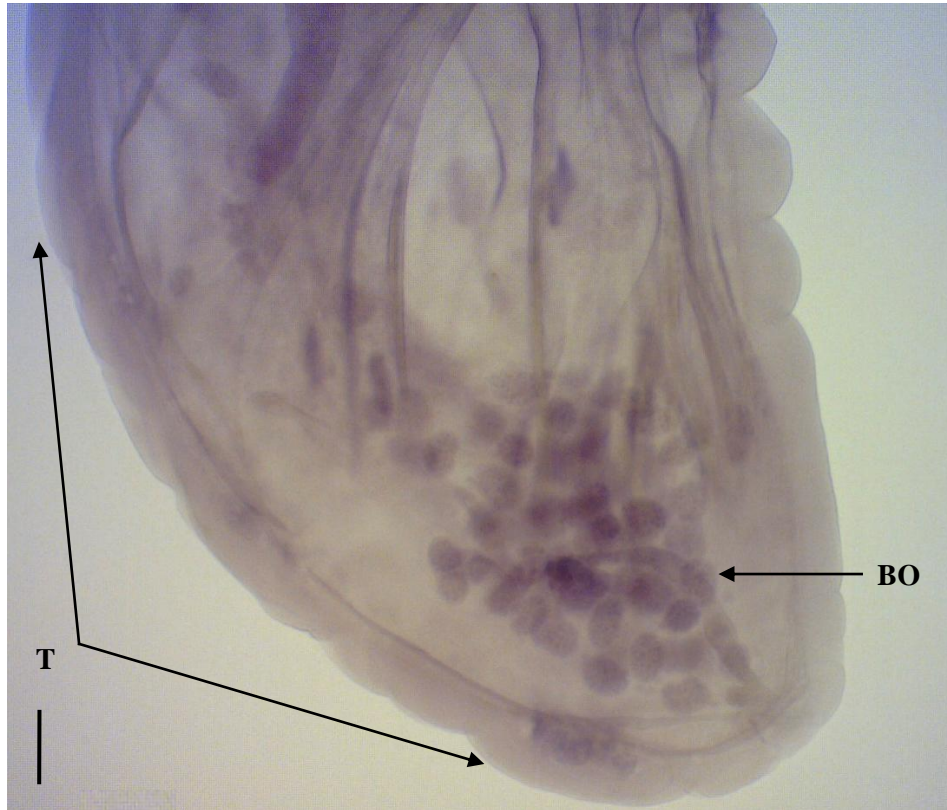


Figura 28. Espécime juvenil de *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco. As setas evidenciam parte posterior do tronco (T) e as bolas ovarianas (BO). Barra = 0,05 mm.

3.1.2 Morfometria das espécies de parasitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)

Os caracteres dos espécimes larvais e adultos de Nematoda contemplados seguiram Moravec (1998) e dos espécimes de Acanthocephala, Brasil-Sato e Pavanelli (1998). O número (n), a média (X), o desvio padrão (DP) e os tamanhos mínimo (Mín.) e máximo (Máx.) das estruturas medidas em milímetros dos parasitos estão listados na tabela 1a.

Nas tabelas 1b e 1c, respectivamente, apresentamos as dimensões da única larva do nematóide *Goezia* sp. encontrada e dos cinco espécimes de acantocéfalos que possuíam as estruturas melhor definidas, por isso, a média, o desvio padrão e os tamanhos mínimo e máximo não foram colocados na tabela 1c. Os símbolos representados nas linhas das tabelas podem indicar que o espécime não possui um determinado caráter (-) ou que esse não foi medido (*) devido à ausência de morfometria de tais estruturas na literatura específica ou deficiente estado da estrutura. Não foi possível apresentar a morfometria dos metacestóides e do nematóide *Eustrongylides* sp..

Tabela 1a. Morfometria dos espécimes de Nematoda de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Caracteres dos parasitos		<i>Contraecaecum</i> sp. Larvas (n=10)			<i>Hysterothylacium</i> sp. Larvas (n=10)			<i>Brevimulticaecum</i> sp. Larvas (n=10)		
		X± DP	Mín.	Máx.	X± DP	Mín.	Máx.	X± DP	Mín.	Máx.
Corpo	Comp.	3,520 ± 0,833	2,750	4,550	1,695 ± 0,114	1,568	1,833	3,563 ± 0,722	2,155	4,616
	Larg. máx.	0,140 ± 0,038	0,093	0,197	0,062 ± 0,022	0,012	0,078	0,091 ± 0,019	0,050	0,118
Esôfago	Comp.	0,259 ± 0,041	0,201	0,309	0,167 ± 0,016	0,143	0,183	0,442 ± 0,088	0,303	0,550
	Larg. máx.	0,027 ± 0,013	0,015	0,042	-	-	-	0,018 ± 0,002	0,015	0,020
Ventrículo	Comp.	0,055 ± 0,018	0,041	0,083	0,026 ± 0,021	0,015	0,064	0,046 ± 0,007	0,035	0,053
	Larg. máx.	0,023 ± 0,011	0,011	0,032	0,024 ± 0,003	0,020	0,028	0,036 ± 0,005	0,025	0,043
Ap. ventricular	Comp.	0,559 ± 0,120	0,367	0,682	0,821 ± 0,074	0,713	0,880	-	-	-
	Larg. máx.	*	*	*	*	*	*	-	-	-
Anel nervoso		0,182 ± 0,030	0,144	0,220	0,115 ± 0,010	0,105	0,125	0,124 ± 0,027	0,090	0,153
Poros excretor		*	*	*	0,111 ± 0,009	0,100	0,125	0,166 ± 0,014	0,143	0,185
Ceco intestinal	Comp.	0,314 ± 0,101	0,227	0,482	0,027 ± 0,001	0,025	0,028	0,215 ± 0,064	0,113	0,370
	Larg. máx.	*	*	*	*	*	*	0,029 ± 0,006	0,018	0,038
Cauda		0,102 ± 0,022	0,074	0,130	0,052 ± 0,003	0,048	0,055	0,089 ± 0,014	0,075	0,113
Dente		*	*	*	*	*	*	0,004 ± 0,001	0,003	0,004

-espécime não possui o caráter; *caráter não medido.

Tabela 1a. Continuação.

Caracteres dos parasitos		<i>Procamallanus saofranciscensis</i> Machos (n=10)			<i>Procamallanus saofranciscensis</i> Fêmeas (n=7)			<i>Procamallanus</i> spp. Larvas (n=3)		
		X± DP	Mín.	Máx.	X± DP	Mín.	Máx.	sp.1	sp.2	sp.2
Corpo	Comp.	4,410 ± 0,454	3,725	4,998	8,954 ± 3,132	6,250	14,975	1,653	1,260	1,490
	Larg. máx.	0,221 ± 0,033	0,175	0,300	0,321 ± 0,057	0,250	0,425	0,049	0,033	0,045
Cápsula bucal e anel basal	Comp.	0,083 ± 0,008	0,073	0,100	0,010 ± 0,026	0,050	0,123	0,048	0,040	0,040
	Larg. máx.	0,074 ± 0,011	0,063	0,084	0,123 ± 0,020	0,103	0,155	0,033	0,150	0,015
Anel basal	Comp.	0,055 ± 0,008	0,045	0,070	0,078 ± 0,007	0,070	0,090	0,025	0,010	0,010
	Larg. máx.	0,008 ± 0,001	0,008	0,010	0,015 ± 0,001	0,013	0,015	0,008	*	0,013
Nº de espiras		13,8 ± 1,414	12	16	16 ± 1,155	14	18	*	-	-
Esôfago muscular	Comp.	0,324 ± 0,020	0,285	0,350	0,396 ± 0,046	0,350	0,468			
	Larg. máx.	0,112 ± 0,013	0,098	0,140	0,139 ± 0,007	0,133	0,150	0,200	0,138	0,125
Esôfago glandular	Comp.	0,502 ± 0,038	0,452	0,570	0,569 ± 0,045	0,530	0,638			
	Larg. máx.	0,138 ± 0,020	0,098	0,173	0,166 ± 0,013	0,148	0,183			
Anel nervoso		0,191 ± 0,011	0,173	0,208	0,217 ± 0,028	0,178	0,248	*	*	*
Poros excretor		0,258 ± 0,026	0,228	0,310	0,313 ± 0,050	0,243	0,390	*	*	*
Espículos	Maior	0,103 ± 0,015	0,080	0,113				*	*	*
	Menor	0,084 ± 0,017	0,063	0,071	3,748 ± 1,564**	2,400**	6,762**	*	*	*
Cauda		0,185 ± 0,018	0,155	0,215	0,177 ± 0,024	0,140	0,213	*	*	*

-espécime não possui o caráter; *caráter não medido; **vulva.

Tabela 1a. Continuação.

Caracteres dos parasitos		<i>Cystidicoloides</i> sp. Larvas (n=10)			<i>Rhabdochona</i> sp. Larvas (n=10)			<i>Spiroxys</i> sp. Larvas (n=11)		
		X± DP	Mín.	Máx.	X± DP	Mín.	Máx.	X± DP	Mín.	Máx.
Corpo	Comp.	4,615 ± 0,579	3,785	5,704	3,409 ± 1,601	1,646	7,164	2,145 ± 0,402	1,725	2,871
	Larg. máx.	0,104 ± 0,027	0,056	0,127	0,078 ± 0,027	0,044	0,127	0,056 ± 0,008	0,043	0,069
Vestíbulo	Comp.	0,097 ± 0,015	0,075	0,125	★	★	★	-	-	-
	Larg. máx.	0,004 ± 0,001	0,004	0,005	★	★	★	-	-	-
Protostômio		-	-	-	0,022 ± 0,005	0,015	0,030	-	-	-
Protostômio e vestíbulo		-	-	-	0,087 ± 0,012	0,065	0,103	-	-	-
Esôfago muscular	Comp.	0,214 ± 0,092	0,148	0,380	0,218 ± 0,066	0,138	0,323	0,115 ± 0,026	0,080	0,150
	Larg. máx.	0,223 ± 0,006	0,015	0,038	*	*	*	0,021 ± 0,004	0,015	0,025
Esôfago glandular	Comp.	1,601 ± 0,417	1,003	2,208	1,212 ± 0,451	0,480	2,080	0,599 ± 0,168	0,212	0,818
	Larg. máx.	0,055 ± 0,020	0,023	0,083	*	*	*	0,046 ± 0,007	0,037	0,058
Anel nervoso		0,158 ± 0,010	0,144	0,168	0,132 ± 0,013	0,110	0,150	0,175 ¹		
Poro excretor		0,229 ± 0,054	0,162	0,285	1,157 ± 0,040	0,095	0,200	0,200 ± 0,016	0,175	0,228
Pseudolábio		0,008 ± 0,002	0,005	0,010	-	-	-	0,019 ± 0,001	0,018	0,021
Deirídios		-	-	-	0,039 ± 0,006	0,034	0,045	0,325 ± 0,030	0,288	0,365
Vulva		-	-	-	3,100 ¹					
Cauda		0,096 ± 0,014	0,075	0,115	1,139 ± 0,035	0,093	0,185	0,084 ± 0,014	0,063	0,118

-espécime não possui o caráter; *caráter não medido; ★caráter medido junto ao protostômio; ¹n=1.

Tabela 1a. Continuação.

Caracteres dos parasitos		<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Macho (n=1)	<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Fêmea (n=1)	<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Fêmea juvenil (n=1)
Corpo	Comp.	2,450	4,400	1,940
	Larg. máx.	0,069	0,235	0,137
Espinho região anterior		0,008	0,008	0,008
Espinho região posterior		0,004	0,004	0,004
1º anel de espinhos		0,043	0,081	0,053
Vestíbulo		0,034	0,040	0,035
Esôfago muscular	Comp.	0,150	0,235	0,110
Esôfago glandular	Comp.	0,688	1,043	0,680
Anel nervoso		0,158	*	*
Poros excretor		*	0,188	0,120
Espículos/vulva	Maior	0,093	0,740	0,295
	Menor	0,060		
Ovos	Comp.	-	0,037	-
	Larg.	-	0,023	-
Cauda		0,075	*	0,060

-espécime não possui o caráter; *caráter não medido.

Tabela 1b. Morfometria de *Goezia* sp. (Nematoda) de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Caracteres do espécime parasito (n=1)											
Corpo		Esôfago		Ventrículo		Anel nervoso	Espinho*	Espinho**	Apêndice ventricular	Apêndice cecal	Cauda
Comp.	Larg.	Comp.	Larg.	Comp.	Larg.						
1,723	0,105	0,208	0,025	0,028	0,025	0,108	0,005	0,006	0,743	0,088	0,058

*espinhos da região do apêndice ventricular; **distância entre os anéis de espinhos da região do apêndice ventricular.

Tabela 1c. Morfometria dos espécimes juvenis de *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 (Acanthocephala) de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Caracteres dos espécimes parasitos (n=5)											
Tronco		Pescoço		Probóscide		Ganchos (fileira)			Receptáculo		Bolas ovarianas
Comp.	Larg.	Comp.	Larg.	Comp.	Larg.	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Comp.	Larg.	Θ
0,955	0,463	0,588	0,470	0,125	0,105	0,108	0,038	0,028	0,238	0,065	0,033

Θ= diâmetro

3.2 Composição das comunidades parasitárias e níveis de parasitismo

Foram analisados 74 espécimes de *A. fasciatus*, sendo 46 machos (62,16%) e 28 fêmeas (37,84%). Na amostra analisada, apenas dois peixes não estavam infectados e 14 espécies de endoparasitos metazoários foram encontradas e distribuídas em três táxons: Eucestoda (uma espécie), Nematoda (12 espécies) e Acanthocephala (uma espécie).

Dasquelas espécies, 9.743 espécimes de parasitos coletados (média $131,66 \pm 160,26$ parasitos por hospedeiro), 19 (0,20%) eram espécimes adultos, 9 (0,09%) juvenis e 9.715 (99,71%) larvais.

Os eucestóides foram representados por larvas metacestóides encistadas e encontradas na cavidade abdominal e no peritônio do estômago, do fígado, dos cecos intestinais e dos intestinos anterior, médio e posterior. O grupo Nematoda apresentou 11 espécies de parasitos, cujos espécimes foram registrados nos três estágios de desenvolvimento e fixados em diversos tecidos. E, por fim, os acantocéfalos representados pela espécie *N. pimelodi*.

Entre os endoparasitos adultos, foram encontradas duas espécies de Nematoda: *P. saofranciscencis* e *S. rodolphiheringi*. Enquanto que, nos juvenis foram encontradas duas espécies de Nematoda e uma de Acanthocephala: *S. rodolphiheringi*, *Rhabdochona* sp. e *N. pimelodi*, respectivamente. O estágio larvar foi o mais representativo com dez espécies de Nematoda: *Contraecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Procamallanus* spp., *Cystidicoloides* sp., *S. rodolphiheringi*, *Rhabdochona* sp., *Spiroxys* sp. e *Eustrongylides* sp. e uma de Eucestoda: metacestóides (Figura 29).

Eucestoda foi o grupo taxonômico com a maior porcentagem do número de espécimes (94,05%), seguido de Nematoda (5,90%) e Acanthocephala (0,05%) (Figura 30).

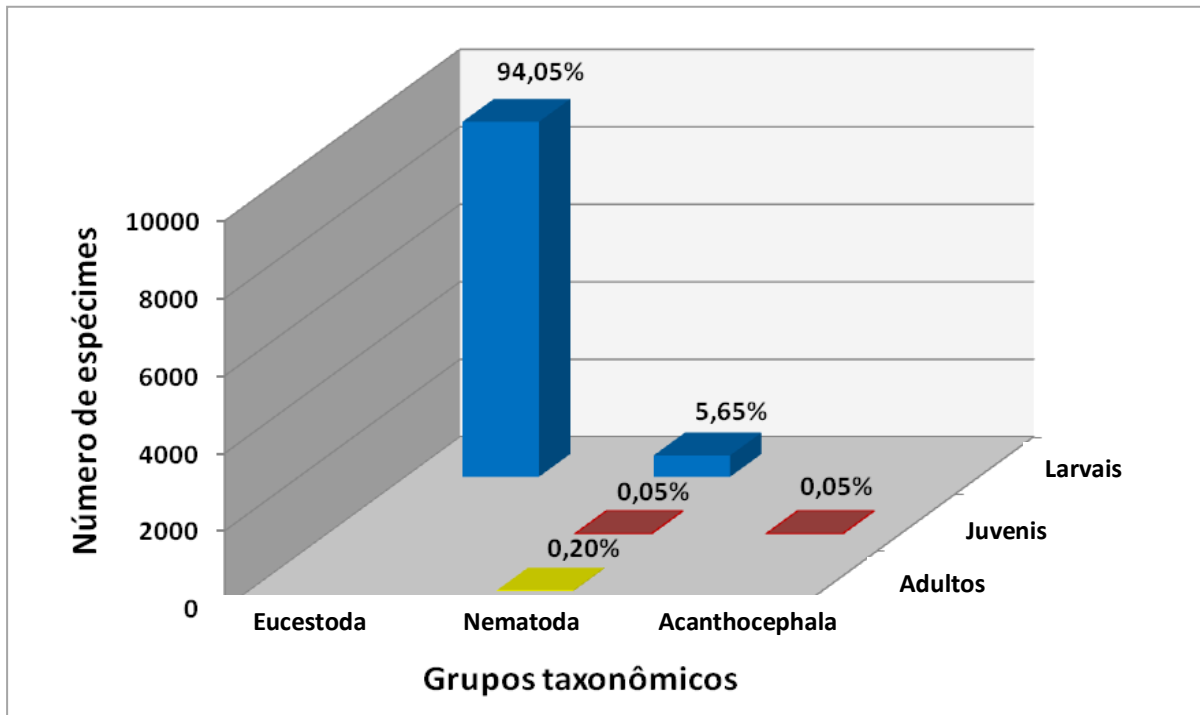


Figura 29. Representação da ocorrência absoluta dos grupos taxonômicos de helmintos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) em relação aos seus estágios de desenvolvimento do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

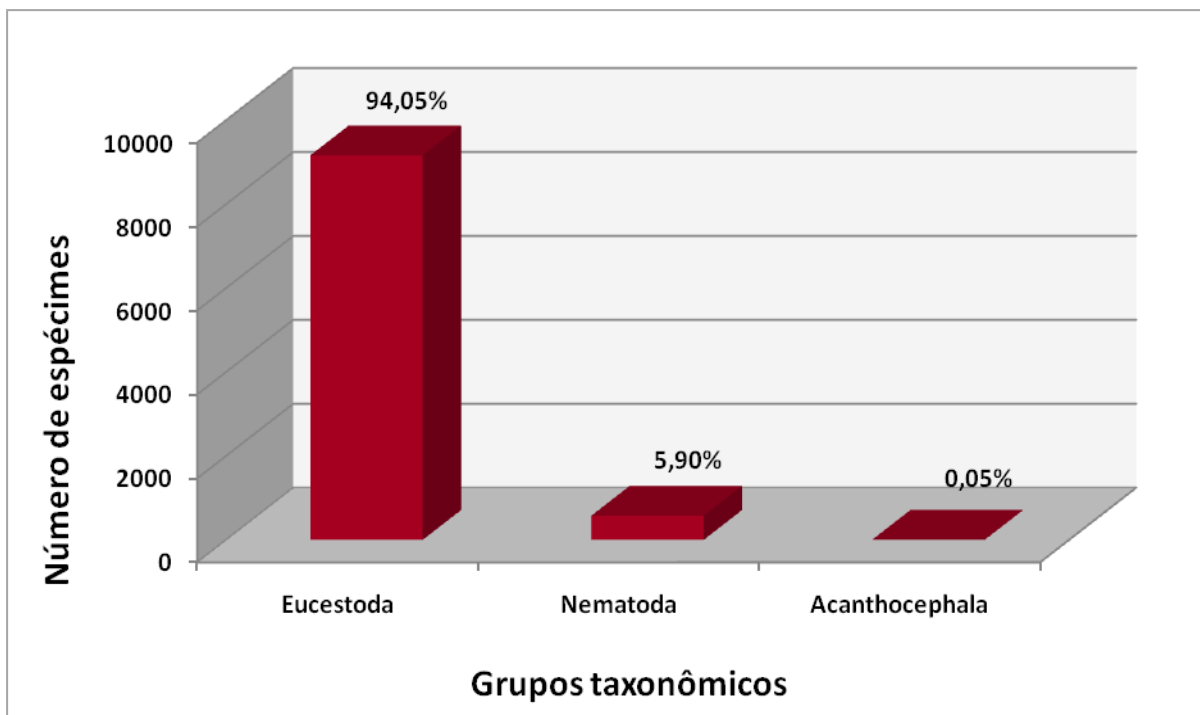


Figura 30. Representação absoluta e percentual por grupo taxonômico de helmintos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Na comunidade parasitária de *A. fasciatus*, os metacestóides foram os mais abundantes (123,82) e prevalentes (66,22%), seguidos de Nematoda, cujas espécies adultas de *P. saofranciscensis* e as larvas de *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp. atingiram índices parasitários mais elevados de 21,62%, 58,11% e 59,46%, respectivamente. Outras larvas tiveram prevalências acima de 10%: *Spiroxys* sp., (22,97%), *Cystidicoloides* sp. (12,16%) e *Brevimulticaecum* sp. (10,81%) (Tabela 2).

Os sítios de infecção nas piabas do rabo vermelho foram: cavidade abdominal (n= 9.663), estômago (n=10), fígado (n= 15), ceco intestinal (n=13) e intestino (n= 42). Na cavidade abdominal houve predominância dos metacestóides (n= 9.163) e os demais parasitos se distribuíram da seguinte forma: *Contracaecum* sp. (n= 229), *Hysterothylacium* sp. (n = 170), *Spiroxys* sp. (n= 54), *Rhabdochona* sp. (n= 19), *Brevimulticaecum* sp. (n= 14), *Cystidicoloides* sp. (n= 10), *Procamallanus* spp. (n= 3) e *Eustrongylides* sp. (n= 1). Olhos, narinas e boca também foram investigados, mas não estavam parasitados. No estômago dos hospedeiros, além dos parasitos, foram encontrados itens que fazem parte da dieta alimentar de *A. fasciatus* como, muitas algas, restos de vegetais (sementes, pedaços de talos e folhas), muitos copépodos, fragmentos de artrópodes (insetos e crustáceos) e de peixe.

Além dos descritores ecológicos, o local de parasitismo (Figura 31), a amplitude e o valor de importância dos parasitos foram avaliados e evidenciados na tabela 2. Quanto ao último item, as espécies foram classificadas dentro da comunidade parasitária de acordo com a sua respectiva prevalência. Três foram classificadas como espécies secundárias: metacestóides, *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp., dez como espécies satélites, sendo as larvas: *Goezia* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Procamallanus* spp., *Cystidicoloides* sp., *S. rodolphiheringi*, *Rhabdochona* sp., *Spiroxys* sp., *Eustrongylides* sp. e os adultos: *P. saofranciscensis*, *S. rodolphiheringi*, e *N. pimelodi*. Nenhum táxon foi classificado como central.

A fauna endoparasitária de *A. fasciatus* foi considerada isolacionista, haja vista, a ausência de espécie central e de pequeno número de relacionamentos que envolvam organismos externos ao ambiente aquático, ratificando o predomínio de espécies autogênicas, excetuando as larvas de *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Eustrongylides* sp..

Com relação à dominância, os metacestóides apresentaram valores elevados de frequência de dominância e dominância relativa média (48 e $0,61 \pm 0,45$, respectivamente) e não compartilharam da mesma abundância com nenhuma outra espécie parasitando um mesmo hospedeiro. Dentre os nematóides, *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp. foram os mais frequentes (Tabela 3).

De acordo com o índice de dispersão e os valores significativos mostrados na tabela 4, a maioria das infrapopulações parasitárias encontrada no presente trabalho apresentou um padrão de distribuição agregado.

Tabela 2. Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) com respectivos desvios padrão (DP), amplitude, valor de importância (VI) e sítio de infecção dos endoparasitos encontrados nos espécimes de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Sa = espécie satélite; Se = espécie secundária; CA = cavidade abdominal; P = peritônio; E = estômago; F = fígado; R = rim; CI = cecos intestinais; IA = intestino anterior; IM = intestino médio; IP = intestino posterior.

Espécies de parasitos	P (%)	IM ± DP	AM ± DP	Amplitude	VI	Sítio de infecção
Eucestoda						
Metacestóides	66,22	187,00 ± 166,40	123,82 ± 161,67	20-750	Se	CA, P (E, F, CI, IA, IM, IP)
Nematoda						
Larvas						
<i>Contracaecum</i> sp.	58,11	5,70 ± 10,17	3,31 ± 8,22	1-57	Se	CA, E, F, IA, IP
<i>Hysterothylacium</i> sp.	59,46	4,16 ± 3,89	2,47 ± 3,62	1-19	Se	CA, E, F, CI, IA, IP
<i>Goezia</i> sp.	1,35	1,00	0,01 ± 0,12	1	Sa	E
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	10,81	1,88 ± 2,10	0,20 ± 0,88	1-7	Sa	CA, CI
<i>Procamallanus</i> sp. ₁	1,35	1,00	0,01 ± 0,12	1	Sa	CA
<i>Procamallanus</i> sp. ₂	1,35	2,00	0,03 ± 0,23	2	Sa	CA
<i>Cystidicoloides</i> sp.	12,16	1,22 ± 0,44	0,15 ± 0,43	1-2	Sa	CA, IA
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> *	1,35	1,00	0,01 ± 0,12	1	Sa	E
<i>Rhabdochona</i> sp.**	5,41	8,75 ± 11,03	0,47 ± 2,99	1-25	Sa	CA, CI, IA
<i>Spiroxys</i> sp.	22,97	3,59 ± 7,62	0,82 ± 3,88	1-33	Sa	CA, E, F, CI
<i>Eustrongylides</i> sp.	1,35	1,00	0,01 ± 0,12	1	Sa	CA
Adultos						
<i>Procamallanus saofranciscencis</i>	21,62	1,06 ± 0,25	0,23 ± 0,45	1-2	Sa	CI, IA
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	2,70	1,00	0,03 ± 0,16	1	Sa	E
Acanthocephala						
<i>Neoechinorhynchus pimelodi</i>	1,35	5,00	0,07 ± 0,58	5	Sa	IA

*estágio juvenil; **larvas e juvenis.

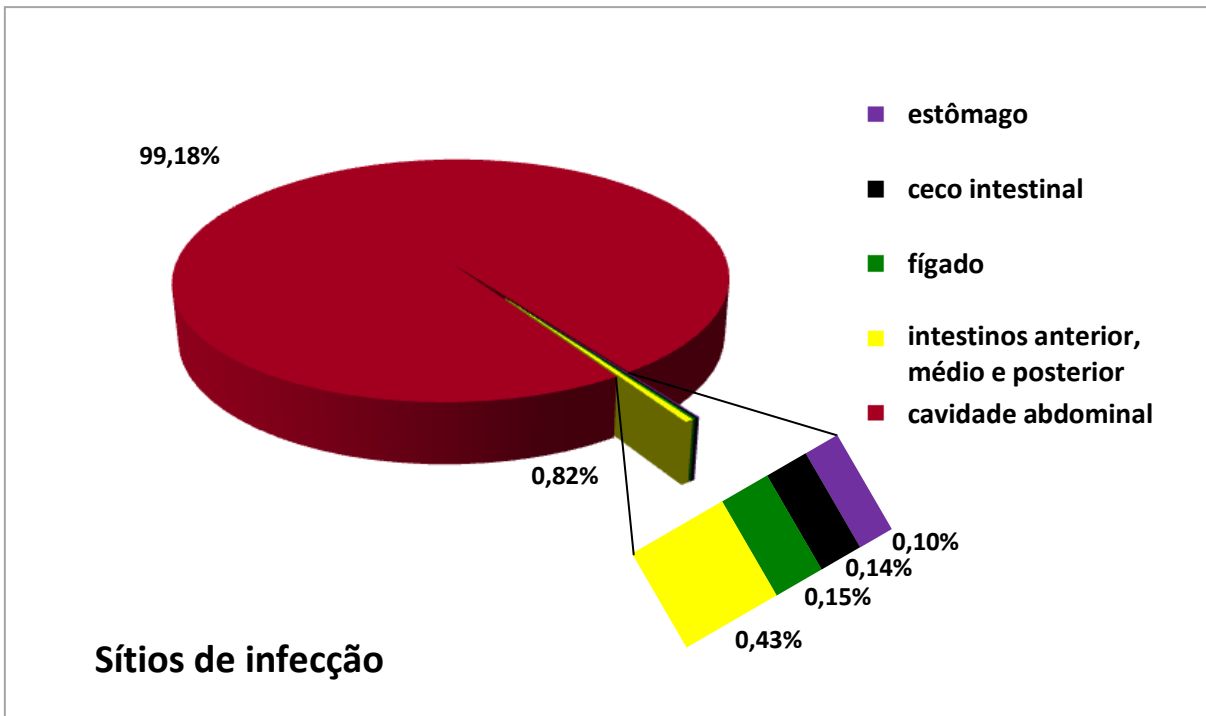


Figura 31. Representação percentual dos sítios de infecção por helmintos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 3. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos componentes das infracomunidades dos endoparasitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Frequência de dominância	Frequência de dominância compartilhada	Dominância relativa média \pm desvio padrão
Metacestóides	48	0	0,61 \pm 0,45
<i>Contracaecum</i> sp.	8	2	0,09 \pm 0,19
<i>Hysterothylacium</i> sp.	8	2	0,09 \pm 0,18
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	1	0	0,01 \pm 0,05
<i>Procamallanus saofranciscensis</i>	0	3	0,02 \pm 0,09
<i>Cystidicoloides</i> sp.	0	1	0,01 \pm 0,04
<i>Spiroxys</i> sp.	1	1	0,02 \pm 0,09

Tabela 4. Índice de dispersão e teste estatístico d dos endoparasitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Índice de dispersão		Teste estatístico d
	Valor	Distribuição	
Metacestóides	211,08	Agregada	163,51*
<i>Contracaecum</i> sp.	20,41	Agregada	42,54*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	5,31	Agregada	15,80*
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	3,78	Agregada	11,46*
<i>Procamallanus saofranciscensis</i>	0,90	Regular	-0,58
<i>Cystidicoloides</i> sp.	1,23	Regular	1,37
<i>Spiroxys</i> sp.	18,26	Agregada	39,59*

*valores significativos $d > 1,96$.

3.3 Riqueza, diversidade e interações interespecíficas das infrapopulações parasitárias

A riqueza das infracomunidades variou entre 1 a 8 espécies, com média de $3,28 \pm 1,52$ espécie por peixe. A maior riqueza ocorreu em Nematoda (84,6%), enquanto que, Eucestoda (7,7%) e Acanthocephala (7,7%) somaram 15,4%.

Das 74 piabas do rabo vermelho analisadas, oito (10,81%) estavam infectadas por uma espécie de parasito, 11 (14,86%) por duas, 19 (25,68%) por três, 21 (28,38%) por quatro, oito (10,81%) por cinco, quatro (5,41%) por seis, uma (1,35%) por oito e somente dois hospedeiros (2,70%) não estavam parasitados (Figura 32).

As infracomunidades parasitárias de *A. fasciatus* apresentaram diversidade $H' = 0,153$, diversidade média $H' = 0,180 \pm 0,170$, $D_{Bp} = 0,077$ e $E_J = 0,134$. A infracomunidade com a maior diversidade $H' = 0,624$, apresentou cinco espécies de parasitos e $E_J = 0,893$. Oito infracomunidades apresentaram diversidade mínima ($H' = 0$). Nas infracomunidades 8, 18, 19 e 24 foram constatadas riquezas parasitárias iguais ($S = 6$), entretanto, com índices H' (0,499; 0,073; 0,148; 0,273, respectivamente) e E_J distintos (0,6418; 0,273; 0,190; 0,094, respectivamente). Apesar de a infracomunidade 69 ter apresentado a maior riqueza ($S = 8$) da amostra total de hospedeiros, os seus índices $H' = 0,479$ e $E_J = 0,531$ foram menores quando comparados com as infracomunidades 56 ($S = 5$, $H' = 0,624$ e $E_J = 0,893$), 35 ($S = 4$, $H' = 0,545$ e $E_J = 0,906$), 74 ($S = 4$, $H' = 0,528$ e $E_J = 0,876$), 8 ($S = 6$, $H' = 0,499$ e $E_J = 0,642$) e 26 ($S = 4$, $H' = 0,499$ e $E_J = 0,829$). Algumas infracomunidades com diversidades menores apresentaram considerável riqueza de espécies como, as infracomunidades 12 ($S = 4$, $H' = 0,082$ e $E_J = 0,136$), 18 ($S = 6$, $H' = 0,073$ e $E_J = 0,094$), 52 ($S = 5$, $H' = 0,253$ e $E_J = 0,363$) e 67 ($S = 4$, $H' = 0,094$ e $E_J = 0,156$).

Dentre os parasitos de *A. fasciatus*, foram observados 15 pares de espécies associadas, em seis desses houve correlação significativa com interação positiva, sugerindo que não houve exclusão competitiva entre as espécies de parasitos. A prevalência e abundância foram significativas nos pares formados por *Hysterothylacium* sp. e *Contracaecum* sp. e *Brevimulticaecum* sp. e *Cystidicoloides* sp., nas demais co-ocorrências somente a abundância foi significativa entre os pares *Hysterothylacium* sp. e *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp. e *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp. e *Cystidicoloides* sp. e *Brevimulticaecum* sp. e *Cystidicoloides* sp. (Tabela 5).

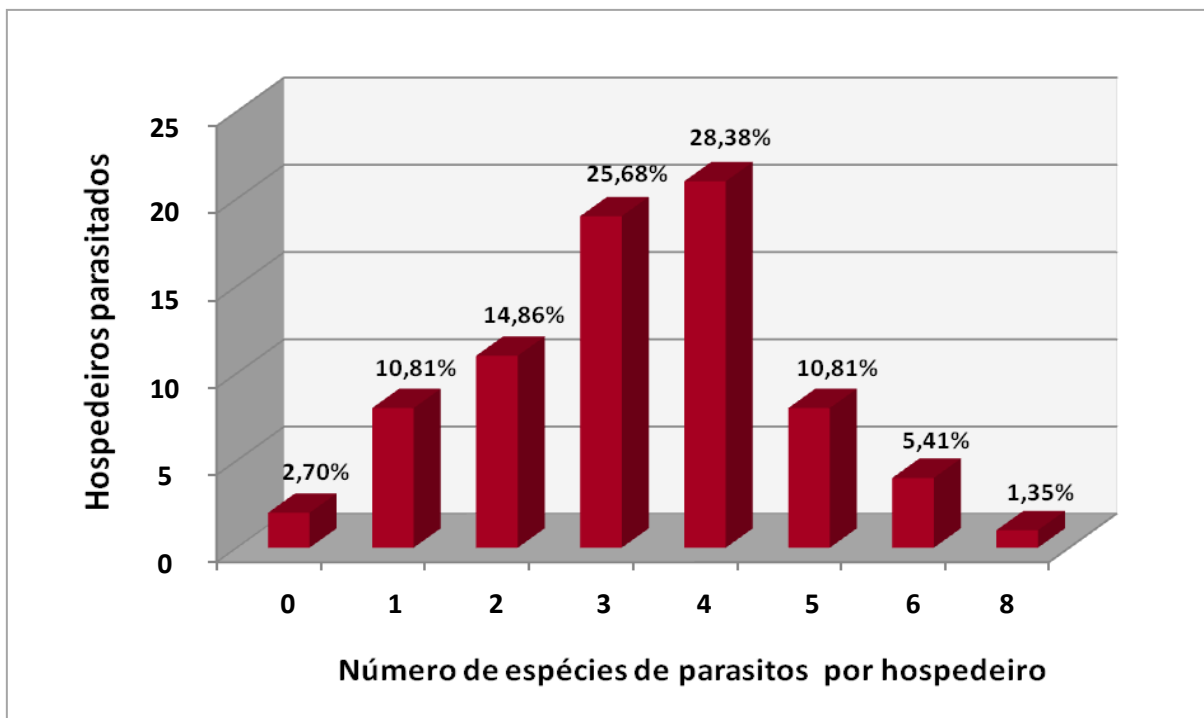


Figura 32. Distribuição percentual da riqueza parasitária de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 5. Análise dos descritores ecológicos dos espécimes larvais das espécies co-ocorrentes de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Pares de espécies	Prevalência		Abundância	
	χ^2	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>P</i>
Metacestóides - <i>Hysterothylacium</i> sp.	0,0334	0,8551	-0,1817	0,1212
Metacestóides - <i>Contracaecum</i> sp.	0,0002	0,9893	-0,0553	0,6401
Metacestóides - <i>Spiroxys</i> sp.	0,5277	0,4676	0,0488	0,6796
Metacestóides - <i>Brevimulticaecum</i> sp.	0,3983	0,5280	-0,1483	0,2073
Metacestóides - <i>Cystidicoloides</i> sp.	0,1194	0,7297	-0,1088	0,3559
<i>Hysterothylacium</i> sp. - <i>Contracaecum</i> sp.	18,3750	< 0,0001*	0,6225	< 0,0001*
<i>Hysterothylacium</i> sp. - <i>Spiroxys</i> sp.	6,1110	0,0134	0,3150	0,0063*
<i>Hysterothylacium</i> sp. - <i>Brevimulticaecum</i> sp.	1,7670	0,1838	0,2604	0,0250*
<i>Hysterothylacium</i> sp. - <i>Cystidicoloides</i> sp.	5,2030	0,0226	0,2278	0,0510
<i>Contracaecum</i> sp. - <i>Spiroxys</i> sp.	2,1560	0,1420	0,2134	0,0679
<i>Contracaecum</i> sp. - <i>Brevimulticaecum</i> sp.	4,6810	0,0305	0,4524	< 0,0001*
<i>Contracaecum</i> sp. - <i>Cystidicoloides</i> sp.	2,6780	0,1017	0,3969	0,0005*
<i>Spiroxys</i> sp. - <i>Brevimulticaecum</i> sp.	0,3473	0,5557	0,1560	0,1843
<i>Spiroxys</i> sp. - <i>Cystidicoloides</i> sp.	0,0033	0,9544	0,02396	0,8394
<i>Brevimulticaecum</i> sp. - <i>Cystidicoloides</i> sp.	16,320	< 0,0001*	0,5288	< 0,0001*

χ^2 = teste qui-quadrado com correção de Yates; *r_s* = coeficiente de correlação por postos de Spearman; *p* = nível de significância; *valores significativos *p*<0,05.

3.4 Dados sobre o sexo, o peso e o comprimento total dos espécimes de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)

Foram analisados 46 machos e 28 fêmeas de *A. fasciatus*, cujos dados morfométricos e os resultados do teste *t* de Student estão apresentados na tabela 6. Apesar de as fêmeas mostrarem pesos relativamente maiores que os machos, quando realizado o teste *t* constatou-se que não houve diferenças significativas entre o peso corporal ($t = 1,864$ e $p = 0,0664$) e o comprimento total ($t = 1,495$ e $p = 0,1393$) de ambos os sexos.

Embora em cada grupo de peixe examinado, um espécime não estivesse parasitado e apresentasse riqueza parasitária média de três espécies por hospedeiro, nos machos, 5.965 espécimes de parasitos encontrados perpassaram por todas as espécies (14), enquanto que, nas fêmeas o total de 3.841 parasitos estavam distribuídos em nove espécies caracterizando o parasitismo nestes caracídeos, exceto pelas larvas de *Procamallanus* spp., *Goezia* sp., *Eustrongylides* sp. e *N. pimelodi*.

Em relação às espécies mais prevalentes, nos machos estavam os metacestóides (69,57%), *Contracaecum* sp. (65,22%), *Hysterothylacium* sp. (63,04%), *Spiroxys* sp. (19,57%) e *P. saofranciscensis* (15,22%). Similaridade foi encontrada nas fêmeas com elevada prevalência dos metacestóides (60,71%), *Contracaecum* sp. (46,43%), *Hysterothylacium* sp. (53,57%), *P. saofranciscensis* (32,14%) e *Spiroxys* sp. (28,57%) (Tabela 7).

Tabela 6. Dados morfométricos dos espécimes de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetros	Machos (n=46)	Fêmeas (n=28)	Amostra total (n=74)
	X ± DP (A)		
Peso (g)	25,22 ± 6,16 (15,4-50,0)	28,18 ± 7,31 (10,0-41,0)	26,34 ± 6,73 (10,0-50,0)
Teste <i>t</i> de Student	$t = 1,864$ e $p = 0,0664$		
Comprimento total (cm)	12,54 ± 0,96 (10,7-15,8)	12,93 ± 1,22 (10,1-15,0)	12,70 ± 1,07 (10,1-15,8)
Teste <i>t</i> de Student	$t = 1,495$ e $p = 0,1393$		

p= nível de significância.

Tabela 7. Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) com respectivos desvios padrão (DP) dos endoparasitos encontrados nos machos e nas fêmeas de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	P (%)		IM ± DP		AM ± DP	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Eucestoda						
Metacestóides	69,57	60,71	174,56 ± 135,89	210,41 ± 215,41	121,43 ± 138,98	127,75 ± 196,08
Nematoda						
Larvas						
<i>Contracaecum</i> sp.	65,22	46,43	5,37 ± 10,46	6,46 ± 9,84	3,50 ± 8,79	3,00 ± 7,33
<i>Hysterothylacium</i> sp.	63,04	53,57	3,17 ± 2,11	6,07 ± 5,62	2,00 ± 2,27	3,25 ± 5,09
<i>Goezia</i> sp.	2,17	-	1,00	-	0,02 ± 0,15	-
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	13,04	7,14	2,17 ± 2,40	1,00	0,28 ± 1,09	0,07 ± 0,26
<i>Procamallanus</i> sp. ₁	1,35	-	1,00	-	0,01 ± 0,12	-
<i>Procamallanus</i> sp. ₂	1,35	-	2,00	-	0,03 ± 0,23	-
<i>Cystidicoloides</i> sp.	13,04	10,71	0,33 ± 0,52	1,00	0,17 ± 0,49	0,11 ± 0,31
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	-	3,57	-	1,00	-	0,04 ± 0,19
<i>Rhabdochona</i> sp.*	6,52	3,57	9,67 ± 13,32	6,00	0,63 ± 3,70	0,21 ± 1,13
<i>Spiroxys</i> sp.	19,57	28,57	1,78 ± 1,09	5,63 ± 11,07	0,35 ± 0,85	1,61 ± 6,20
<i>Eustrongylides</i> sp.	2,17	-	1,00	-	0,02 ± 0,15	-
Adultos						
<i>Procamallanus saofranciscensis</i>	15,22	32,14	1,00	1,11 ± 0,33	0,15 ± 0,36	0,36 ± 0,56
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	4,35	-	1,00	-	0,04 ± 0,21	-
Acanthocephala						
<i>Neoechinorhynchus pimelodi</i>	2,17	-	1,00	-	0,11 ± 0,74	-

*larvas e juvenis

3.4.1 Influência do sexo dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das infracomunidades parasitárias

Como observado no item anterior, não houve diferença significativa entre machos e fêmeas. A análise dos índices parasitológicos também não apontou diferenças significativas no parasitismo entre os sexos. Não foi possível analisar a influência do sexo dos peixes sobre as intensidades parasitárias de *Brevimulticaecum* sp., *Cystidicoloides* sp. e *P. saofranciscensis* porque suas intensidades de infecção foram baixas, além disso as duas primeiras espécies parasitaram somente as fêmeas e a última apenas os hospedeiros machos (Tabela 8).

Tabela 8. Análise dos descritores ecológicos dos helmintos em relação à possível influência do sexo de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
Metacestóides	1,1660	0,4580	263,00	0,8583	578,00	0,4643
<i>Contracaecum</i> sp.	1,3520	0,1467	178,50	0,6713	506,50	0,1247
<i>Hysterothylacium</i> sp.	1,1630	0,4702	151,50	0,1045	639,00	0,9598
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	1,2380	0,7020	-	-	604,00	0,6477
<i>Procamallanus saofranciscensis</i>	0,6506	0,1438	-	-	531,50	0,2028
<i>Cystidicoloides</i> sp.	1,0830	1,0000	-	-	626,00	0,8400
<i>Spiroxys</i> sp.	0,8156	0,4040	28,00	0,4655	578,00	0,4561

rr = risco relativo obtido através do teste exato de Fisher; *U* = teste de Mann-Whitney; *p* = nível de significância.

3.4.2 Influência do peso corporal dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das infracomunidades parasitárias

A análise da influência do peso corporal sobre os índices parasitários revelou que houve diferença positiva significativa sobre as abundâncias de *Brevimulticaecum* sp. ($r_s= 0,2350$; $p= 0,0439$) e *Cystidicoloides* sp. ($r_s= 0,3273$; $p= 0,0044$). Considerando o peso corporal das 74 amostras analisadas entre 10,0 e 50,0, foi encontrado *Brevimulticaecum* sp. e *Cystidicoloides* sp. parasitando as piabas nas classes de peso mais elevado, compreendidas nos intervalos entre 21,6 a 50,0 e 24,2 a 50,0, respectivamente (Tabela 9).

A diversidade parasitária esteve correlacionada significativamente com o peso total das piabas ($r_s= 0,2886$, $p= 0,0126$), porém, não houve influência significativa do peso dos hospedeiros sobre a riqueza parasitária ($r_s= 0,2040$, $p= 0,0812$).

Tabela 9. Análise dos descritores ecológicos dos helmintos em relação à possível influência do peso corporal de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>
Metacestóides	-0,3012	0,6988	-0,2188	0,1309	-0,2056	0,0788
<i>Contracaecum</i> sp.	0,6207	0,3793	0,2413	0,1190	0,0940	0,4258
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,9149	0,0851	0,1120	0,4692	0,2531	0,0296
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	0,9480	0,0520	-0,1870	0,6646	0,2350	0,0439*
<i>Procamallanus saofranciscensis</i>	0,4574	0,5426	0,1965	0,4658	0,0616	0,6020
<i>Cystidicoloides</i> sp.	0,9188	0,0812	0,1039	0,8100	0,3273	0,0044*
<i>Spiroxys</i> sp.	0,5414	0,4586	0,2982	0,2450	-0,0511	0,6654

r = Coeficiente de Correlação de Pearson; *r_s* = Coeficiente de Correlação por postos de Spearman; *p* = nível de significância; *valores significativos *p* < 0,05.

3.4.3 Influência do comprimento total sobre os descritores ecológicos das infracomunidades parasitárias

A análise do comprimento total dos peixes mostrou que houve influência significativa negativa deste parâmetro sobre a intensidade e a abundância parasitárias dos metacestóides ($r_s = -0,392$, $p = 0,005$; $r_s = -0,345$, $p = 0,002$) e diferença significativa positiva sobre a abundância de *Hysterothylacium* sp. ($r_s = 0,283$, $p = 0,014$). Portanto, a intensidade e a abundância dos eucestóides larvais foram mais elevadas em peixes de menor tamanho corpóreo enquanto a abundância das larvas de *Hysterothylacium* sp. foi mais elevada em *A. fasciatus* de maior comprimento, respectivamente (Tabela 10 e figura 33).

O tamanho dos hospedeiros não influenciou significativamente a prevalência das infracomunidades, no entanto, ressaltamos as correlações negativas em metacestóides e *P. saofranciscensis*, pois, sugerem a presença desses parasitos em peixes menores. Ao contrário, das espécies de *Contraecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Cystidicoloides* sp. e *Spiroxys* sp. que apresentaram correlações positivas, ou seja, o parasitismo foi mais comum em hospedeiros maiores (Tabela 10 e figura 33).

A diversidade parasitária esteve correlacionada significativamente com o comprimento total das piabas ($r_s = 0,3696$, $p = 0,0012$). Separando em duas classes de tamanho, foi observado que a diversidade máxima de espécies parasitárias dos hospedeiros com tamanhos entre 12,3 a 15,8 ($H' = 0,6244$) foi maior quando comparada com os hospedeiros de menor tamanho ($H' = 0,4771$). A média da diversidade apresentada foi um pouco mais elevada em peixes de maior tamanho ($0,21 \pm 0,18$) que em peixes de menor tamanho ($0,13 \pm 0,15$).

Não houve influência significativa do tamanho dos hospedeiros sobre a riqueza parasitária ($r_s = 0,1254$, $p = 0,2870$), a riqueza média não diferiu entre ambas as classes de tamanho, sendo que a classe menor apresentou $3,10 \pm 1,42$ e a maior $3,39 \pm 1,60$. No entanto, as larvas de *Procamallanus* spp., *Goezia* sp., *S. rodolphiheringi*, *N. pimelodi* e *Eustrongylides* sp. não estiveram presentes nos hospedeiros de menor tamanho.

Tabela 10. Análise dos descritores ecológicos dos helmintos em relação à possível influência do comprimento total de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>
Metacestóides	-0,9871	0,1024	-0,3922	0,0053*	-0,3453	0,0026*
<i>Contracaecum</i> sp.	0,8486	0,3549	0,0781	0,6187	0,0777	0,5107
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,8853	0,3079	0,1344	0,3844	0,2838	0,0143*
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	0,9249	0,2482	0,0935	0,8401	0,2261	0,0528
<i>Procamallanus saofranciscensis</i>	-0,6671	0,5351	-0,0282	0,9174	0,0005	0,9966
<i>Cystidicoloides</i> sp.	0,9956	0,0599	0,1559	0,6777	0,1860	0,1125
<i>Spiroxys</i> sp.	0,2071	0,8672	0,1072	0,6822	-0,0903	0,4444

r = Coeficiente de Correlação de Pearson; *r_s* = Coeficiente de Correlação por postos de Spearman; *p* = nível de significância; *valores significativos *p* < 0,05.

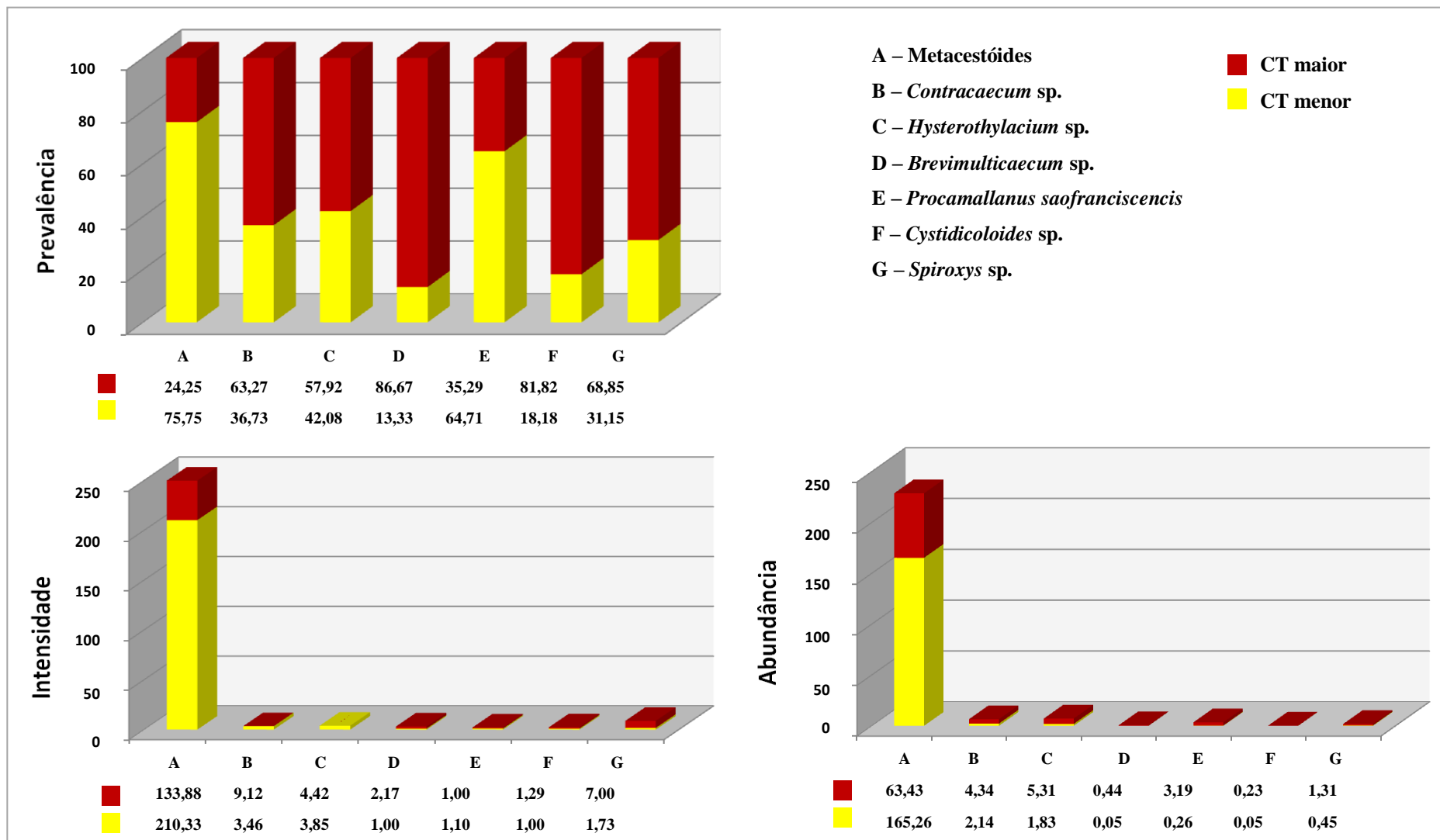


Figura 33. Correlação entre os descritores ecológicos dos endoparasitos e as classes de comprimento total (CT) de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

4 DISCUSSÃO

A fauna parasitária de *A. fasciatus* foi representada por três táxons, Eucestoda, Nematoda e Acanthocephala. As infrapopulações dos endohelmintos de *A. fasciatus* foram compostas por 13 espécies: metacestóides, *Contraecaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Procamallanus* spp., *Cystidicoloides* sp., *Rhabdochona* sp., *Spiroxys* sp., *Eustrongylides* sp., *P. saofranciscensis*, *S. rodolphiheringi* e *N. pimelodi*. Dentre eles, os metacestóides representaram a maior frequência de dominância juntamente aos nematóides, *Contraecaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp..

A frequência não depende somente do tamanho e da densidade de uma população, mas também do padrão de distribuição agregado. O nível de agregação é inversamente proporcional à prevalência de infecção, isto é, muitos hospedeiros podem ser parasitados por poucos ou nenhum parasito, enquanto que, poucos indivíduos da população apresentam uma carga parasitária elevada. São nestes poucos hospedeiros que processos dependentes da densidade exercem sua influência, via supressão da fecundidade ou sobrevivência do parasito, ou através da influência do parasito sobre a sobrevivência ou fecundidade do hospedeiro (ZUBEN, 1997). A dispersão parasitária em uma população de hospedeiros deve-se aos parâmetros físicos no ambiente, a fatores genéticos e a susceptibilidade imunológica (experiências passadas de infecção) e comportamental (POULIN, 1993). Este padrão observado nas espécies parasitárias de *A. fasciatus* tende ampliar a estabilidade na relação parasito-hospedeiro com a finalidade de atingir a eficiência reprodutiva dos parasitos, visto que, quanto maior for a agregação dos parasitos, menor serão as taxas de patogenicidade e mortalidade dos hospedeiros induzidas pelos parasitos (DOBSON, 1990). Segundo Andrian et al. (2001), os maiores exemplares de *Astyanax* ocupam diversos habitats ampliando o seu espectro alimentar, ao passo, que os menores são encontrados próximos a vegetação ciliar. Portanto, o contato destes peixes com diferentes parasitos durante a sua ontogenia e a susceptibilidade entre os hospedeiros, possivelmente, influenciam no padrão de agregação dos metacestóides, *Contraecaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Brevimulticaecum* sp. e *Spiroxys* sp. deste estudo.

As associações observadas neste estudo para os pares de helmintos com correlações significativas entre suas abundâncias podem indicar o compartilhamento de recursos ecológicos, contudo, foram positivas sugerindo a disponibilidades de hospedeiros comuns para os pares. Quando as co-ocorrências referem-se a correlações positivas entre as suas prevalências podemos inferir que não houve exclusão competitiva entre as espécies de parasitos encontradas. Segundo Zuben (1997), duas espécies de parasitos competitivas somente podem sobreviver se uma delas ou ambas apresentarem distribuição agregada no hospedeiro, com isso, reduziria o número de ocorrências simultâneas dentro do mesmo hospedeiro e o nível de competição interespecífica entre os parasitos. Além disso, a prevalência de um determinado parasito não depende apenas da interação antagonística entre as duas espécies, mas do impacto patológico de uma destas espécies de parasitos na população de hospedeiros, beneficiando ou excluindo o estabelecimento da outra (DOBSON, 1985).

A comunidade parasitária de *A. fasciatus* foi representada por dez espécies satélites e três secundárias. As espécies satélites estavam presentes entre 1,35% a 22,97% nos hospedeiros, mostrando um elevado número de táxon, porém, menos abundantes e com baixa transmissão nos peixes, este fato pode ser explicado pela ingestão de hospedeiros intermediários não infectados ou pela imunidade adquirida do hospedeiro em relação ao helminto (PAVANELLI et al., 2004). As espécies secundárias, metacestóides,

Hysterothylacium sp. e *Contracaecum* sp. apresentaram frequência de 58,11%, 59,46% e 66,22%, respectivamente. Apesar de os metacestóides serem freqüentes, abundantes e parasitando mais de 50% dos peixes, de acordo com Bush e Homes (1986) as espécies centrais precisam estar presentes nos peixes com frequência acima de 66,6%, por isso, aqueles parasitos foram considerados espécies secundárias.

Em estudos com os grupos principais de endoparasitos, Nematoda estava entre os mais freqüentes (LUQUE; POULIN, 2007). Entre os nematóides do presente trabalho, as altas prevalências foram constatadas em *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp., provavelmente, pela baixa especificidade quanto ao hospedeiro, cujo hábito alimentar é onívoro. Uma diversidade de itens alimentares pertence à dieta de *A. fasciatus* tais como, algas filamentosas, diatomáceas, folhas, frutos, sementes, insetos aquáticos e terrestres (dípteros e efemerópteros, principalmente), aranhas, anelídeos, anfíbios, répteis, crustáceos, moluscos e peixes (ESTEVES, 1999; ANDRIAN et al., 2001; VILELLA et al., 2002; ALVIM; PERET, 2004; WOLFF et al., 2009; HIRT et al., 2011). Desta forma, a transmissão das diversas espécies de nematóides é determinada por relações tróficas entre o hospedeiro intermediário e o definitivo, uma vez que, os parasitos utilizam em seu ciclo biológico uma gama de invertebrados como hospedeiros intermediários (MORAVEC, 1998), os quais participam da dieta alimentar de *A. fasciatus*. Os peixes que atuam como hospedeiros paratênicos adquirem os parasitos pela predação de peixes menores, de invertebrados e da própria larva no seu estágio de vida livre (MADI; SILVA, 2005). Ainda sobre o hábito alimentar, o táxon Digenea não esteve presente entre os parasitos, possivelmente, pela ausência de moluscos (hospedeiros intermediários dos digenéticos) como item alimentar e pela predileção de uma dieta baseada em artrópodes (DOGIEL, 1961).

As larvas de *Contracaecum* sp. têm sido registradas com grande frequência em trabalhos nas diversas espécies de peixe (PAVANELLI et al., 2004; ANSARY et al., 2010; COSTA, 2011; MARTINS, 2012; LACERDA et al., 2013), sendo encontradas freqüentemente em *H. malabaricus*, *Rhamdia quelen*, *S. hildarii* e *A. fasciatus*, esta última fazendo parte da dieta das outras três (MADI; SILVA, 2005; TAKEMOTO et al., 2009). Marcogliese (1995) relata que os membros de *Contracaecum* utilizam copépodos e peixes como hospedeiros intermediários ou paratênicos. Até alcançar o seu hospedeiro definitivo, os parasitos empregam mecanismos de escape ao sistema de defesa do hospedeiro como, formação de cistos ou busca de locais de proteção a ação dos anticorpos. Muitas larvas de *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp. coletadas de *A. fasciatus* estavam encapsuladas e, às vezes, estavam presentes em massas de cistos com até 30 larvas na cavidade abdominal. As larvas de nematóides encapsuladas confirmam o papel de *A. fasciatus* como hospedeiro intermediário ou paratênico. Apesar de não existir casos de anisakiase humana no Brasil, para algumas larvas o sítio de infecção é a musculatura do peixe, outras larvas localizadas nas vísceras ou na cavidade abdominal durante o processo de transporte e descongelamento do peixe podem migrar para aquele local (LYMBERBY; CHEAH, 2007). No presente estudo, nenhuma larva seja de peixes frescos seja de fixados foi encontrada na musculatura. Além disso, nenhum caso de doenças zoonóticas relacionadas aos anisakiídeos foi relatado no alto São Francisco, provavelmente, porque os parasitos foram encontrados no mesentério, nas vísceras e na própria cavidade celomática (SANTOS, 2008; ALBUQUERQUE, 2009; COSTA, 2011; MONTEIRO, 2011; MARTINS, 2012), locais de parasitismo não apreciados na alimentação humana, exceto, os peixes de pequeno porte como *A. fasciatus* que é utilizado inteiro como petisco.

Foram encontrados 245 espécimes larvais de *Contracaecum* distribuídos em 43 peixes e 183 espécimes larvais de *Hysterothylacium* em 44 peixes. As últimas apresentaram

correlação positiva e significativa entre a abundância e o tamanho corpóreo, enquanto que, as de *Contracaecum* sp. não foi observada a mesma correlação, diferindo de Barros et al. (2010) que dos 164 espécimes de *P. nattereri* capturados, 106 estavam parasitados na cavidade abdominal por *Contracaecum* sp. e apresentaram correlação positiva entre a abundância parasitária e o comprimento total dos peixes.

A presença de estágios larvais e adultos registrada neste estudo indica que *A. fasciatus* pode atuar como hospedeiro intermediário, definitivo ou paratênico. A ocorrência do estágio larvar nas espécies de *Goezia* sp. e *S. rodolphiheringi* pode ser devido a captura dos hospedeiros antes que estas larvas atingissem a fase adulta. *Goezia* sp. foi encontrada no estágio larvar L4 e *S. rodolphiheringi* no estágio juvenil, somado a isso, a presença de dois espécimes adultos, um macho e uma fêmea de *S. rodolphiheringi* no mesmo hospedeiro. As observações indicam que as duas espécies, *S. rodolphiheringi* e *Goezia* sp., quando adultas são parasitos de *A. fasciatus*. Larvas de *Contracaecum* sp., *Eustrongylides* sp. e *Hysterothylacium* sp. são consideradas espécies alogênicas, pois, em seus ciclos biológicos estão envolvidos organismos fora do ambiente aquático. Todas as espécies utilizam o lambari como hospedeiro intermediário ou paratênico. *Contracaecum* sp. e *Eustrongylides* sp. completam o seu ciclo de desenvolvimento em aves e, no caso, adultos de *Hysterothylacium* parasitam peixes dulcícolas e marinhos, alguns répteis e mamíferos marinhos (LUQUE et al., 2007). E, apesar de não ser comum, já foram encontrados em aves piscívoras (OLAFSDOTTIR et al., 1996) e botos (HERRERAS et al., 1997). No Japão, um caso de anisakiase intestinal foi relatado em um homem que consumiu um peixe parasitado por *Hysterothylacium aduncum* (YAGI, et al., 1996). Segundo SOHN et al. (2011), a infecção humana pode ser resultado da ingestão de peixe ou lula infectados com a larva L3. *Brevimulticaecum* sp., foi descrito por Moravec et al. (1997) pela primeira vez em peixes, que atuam raramente como seu hospedeiro intermediário (BRUCE et al., 1994). No rio Torsuani, na Nicarágua, das 114 espécimes de *A. fasciatus* investigadas, apenas um espécime continha duas larvas de *Brevimulticaecum* sp. localizadas no tecido muscular (AGUIRRE-MACEDO et al., 2001). Os adultos de *Brevimulticaecum* são encontrados em crocodilos, arraias de água doce e teleósteos (BRUCE et al., 1994; MORAVEC, 1998; REYDA, 2008; WADDLE et al., 2009; CARDOSO et al., 2012), portanto, *A. fasciatus* atua como hospedeiro intermediário ou paratênico. *Spiroxys* spp. das Américas Central e do Norte parasitam a mucosa gástrica de cágados de água doce como hospedeiros definitivos, sendo *A. fasciatus* um hospedeiro paratênico (MORAVEC, 1998; SANTOS et al., 2009). *Cystidicoloides* spp. são parasitos de intestino e, alguns, de bexiga natatória dos peixes (MORAVEC, 1998; 2007), suas larvas utilizam crustáceos e insetos como hospedeiro intermediário (MORAVEC, 2007). Em todos os indivíduos, adultos e larvais com caracteres bem desenvolvidos, encontrados no São Francisco foram identificados como *C. fischeri*, enquanto, larvas de *Cystidicoloides* sp. foram registradas por Martins (2012) e Albuquerque (2013).

Rhabdochona spp. utiliza insetos aquáticos como hospedeiros intermediários (MORAVEC, 1998, 2010), os quais participam da dieta de *Astyanax* spp. (VILELLA et al., 2002). Esperava-se, então, uma taxa alta de infecção, entretanto, a prevalência (5,41%) desta espécie de parasito neste estudo foi muito baixa, considerando que Insecta é a classe de maior sucesso adaptativo com cerca de 1.020.007 espécies. As larvas de *Rhabdochona* sp. utilizaram este hospedeiro como intermediário. Além desta pesquisa, outras também apresentaram baixas prevalências, no reservatório de Três Marias, um único espécime fêmea de *Rhabdochona* sp. (0,9%) em *C. kelberi* (SANTOS, 2008), espécimes larvais de *Rhabdochona* sp. (7,94%) em *T. chalceus* (ALBUQUERQUE, 2009) e (3,03%) em *L. piau* (MARTINS, 2012), espécimes adultos de *R. acuminata* (12%) em *A. britskii*, (10%) em *A. lacustris*

(COSTA et al., 2011) e (1,45%) em *S. knerii* (MARTINS, 2012), excetuando a elevada prevalência de *Rhabdochona* sp. (43,37%) em *T. guenteri* (ALBUQUERQUE, 2009) e de *R. acuminata* (50%) em *G. silvyus* (ABDALLA et al., 2012). Apesar de algumas prevalências altas, a diversidade das espécies é baixa na população hospedeira. Hipóteses podem explicar a ausência de compatibilidade ou de encontro entre os parasitos e os hospedeiros definitivos tais como, a baixa diversidade de espécies deste gênero no alto São Francisco em relação a outras regiões (África e Eurásia) (MORAVEC, 2010), o fato de apenas dois membros de Cyprinidae (*Ctenopharyngodon idella* e *Cyprinus carpio*), família que possui o maior número de hospedeiros obrigatórios, ocorrerem na localidade de estudo (SATO; SAMPAIO, 2005) e a ausência de representantes de Catostomidae presentes somente na América do Norte, Leste Central da China e Sibéria Oriental. Além disso, somente três espécies são estabelecidas na América do Sul (MORAVEC, 2010).

Os acantocéfalos juvenis de *N. pimelodi* estiveram presentes em menos de 2% na fauna de endohelmintos de *A. fasciatus*, seu hospedeiro definitivo. Segundo Luque e Poulin (2007), o filo Acanthocephala representa menos de 5% das relações parasito-hospedeiro registradas em peixes de água doce e marinha da região neotropical. No alto São Francisco, apenas dois registros de *N. pimelodi* em *F. marmoratus* (SANTOS; BRASIL-SATO, 2004), com prevalência de infecção 8% e em *A. fasciatus* no presente estudo. Em discordância, Amin e Muzzall (2009) estudando a fauna dos *N. tenellus* em percídeos e esocídeos, nos Estados Unidos, registraram prevalências entre 13% a 60%. Outra espécie, *N. curematai* parasitou o intestino de 15 (P= 83,3%) dos 18 espécimes de *P. lineatus* analisados no reservatório de Volta Redonda (MG) por Martins et al. (2000). Dentre os nematóides, *P. saofranciscensis* são os representantes que utilizam *A. fasciatus* de menor comprimento como hospedeiro definitivo, demonstrando mais uma vez, a predileção dos peixes juvenis por copépodos, hospedeiro intermediário das L3 de *P. saofranciscensis*, na cadeia trófica.

Foram avaliadas as influências do sexo, do peso corporal e do comprimento total sobre as infrapopulações e infracomunidades parasitárias. Quanto ao sexo do hospedeiro não foram observadas diferenças significativas, sugerindo que as relações ecológicas, habitats utilizados, dieta e comportamento, sejam compartilhados entre os peixes machos e fêmeas.

O comprimento dos hospedeiros é um reflexo de sua idade e um dos fatores que influenciam no tamanho das infrapopulações parasitárias. Além desse, a mudança na dieta influencia na diversidade da parasitofauna ictíca (DOGIEL, 1961; VILELLA, 2002). No presente estudo, as infrapopulações de metacestóides tiveram correlações negativas sobre a prevalência, intensidade e abundância parasitárias em relação ao comprimento total e ao peso corporal dos lambaris. As correlações negativas que ocorrem entre a abundância e a prevalência com o comprimento padrão pode ser consequência de uma mudança alimentar na fase adulta ou à medida que o peixe cresce, ocorrem alterações no seu comportamento (ABELHA et al., 2001), desta forma, podemos sugerir que os peixes jovens deste estudo consumiram predominantemente invertebrados como, os copépodos, principais hospedeiros intermediários dos metacestóides (MARCOGLIESE, 1995; SCHOLZ, 1999). Além disso, os helmintos mais comuns em zooplânctons são as larvas de cestóides e suas taxas de prevalência de infecção em copépodos variam entre 0,01% a 2,58% (MARCOGLIESE, 1995; FALAVIGNA et al., 2000; 2003; MADI et al., 2011). Estes índices baixos encontrados nos estudos sobre infecção de copépodos por metacestóides devem-se pela taxa de mortalidade dos copépodos na terceira semana de infecção e pela disponibilidade de itens alimentares alternativos (náuplios de *Artemia* e ciliados) no ambiente, assim, a sobrevivência das larvas de cestóides e o consumo dessas por copépodos são diminuídos (PASTERNAK et al., 1999; PULKKINEN et al., 2000). De acordo com Esch (1983) uma estratégia utilizada para a

transmissão de Proteocephalidea é a distribuição agregada das formas infectantes. Estes cestóides realizam o recrutamento dos ovos na sua dispersão pela água, desta forma, é induzido o consumo dos ovos em grande quantidade por poucos hospedeiros intermediários invertebrados dentro de uma população, além disso, alguns helmintos podem provocar mudanças no comportamento de seus hospedeiros atuando em seu sistema nervoso, fazendo com que, no caso, os copépodos infectados se agreguem, diminuam sua atividade muscular ou tenham dificuldade de natação, facilitando assim sua captura pelos próximos hospedeiros, os peixes (PULKKINEN et al., 2000). Talvez, estes fatores possam explicar as taxas baixas de parasitismo nos copépodos em relação às taxas elevadas no peixe. Em nosso estudo foi verificado um número expressivo de metacestóides em *A. fasciatus*, tendo em vista que foram encontrados alguns cistos contendo, em cada, até dez larvas. Em consonância, Falavigna (2000) encontrou prevalências elevadas dos metacestóides 70,59%, 53,76%, 48,15% e 44,64% nos peixes da planície de inundação do alto rio Paraná, *L. platymetopon*, *G. carapo*, *H. littorale* e *P. corruscans*, respectivamente. A mesma autora afirmou que não houve influência do sexo dos peixes sobre os índices parasitários dos metacestóides. Em *L. platymetopon*, a intensidade do parasitismo diminuiu em hospedeiros de comprimentos maiores. Igualmente neste estudo, os peixes que possuíam tamanhos e pesos maiores abrigavam menos espécimes de eucestóides e obtiveram correlações positivas e algumas significativas sobre os mesmos índices parasitários em relação às larvas de nematóides, provavelmente, oriundas de hospedeiros intermediários ou paratênicos como, peixes forrageiros, larvas de insetos, algas e até mesmo microcrustáceos. Os peixes adultos ampliam o seu espectro alimentar, podendo explorar locais de difícil acesso aos peixes juvenis, sem deixar de consumir os alimentos explorados pelos peixes menores (ANDRIAN et al., 2001). Outro fator que pode ratificar o proposto acima é observado nas espécies co-ocorrentes em *A. fasciatus*, para a maioria dos pares de espécies que envolvia os metacestóides resultou em correlações negativas, ou seja, os eucestóides eram mais abundantes em peixes jovens, em contraposição, as co-ocorrências entre os nematóides que foram positivas e significativas, sugerindo um número amplo destes nematóides em peixes adultos.

Observações semelhantes ao nosso estudo foram encontradas no reservatório de Três Marias, Minas Gerais, sendo registrada a prevalência de metacestóides nos caracádeos *T. guentheri* (1,20%) e *T. chalceus* (60,32%). Foram relatadas correlações negativas na prevalência e na abundância parasitárias dos metacestóides em relação ao comprimento total, sugerindo um parasitismo elevado de metacestóides em espécimes jovens de *T. chalceus* e correlações positivas e significativas entre as prevalências das larvas dos nematóides *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp. e o comprimento total, indicando a presença destas larvas, em sua maioria, em peixes adultos (ALBUQUERQUE, 2009). A diferença entre as prevalências deve-se, provavelmente, pelo hábito alimentar dos peixes, *T. chalceus* explora mais intensamente a coluna d'água, ingerindo mais itens associado à vegetação próxima a margem do reservatório, enquanto que *T. guentheri* utilizaria itens associados à superfície (GOMES; VERANI, 2003).

Uma tentativa de relacionar a biologia do zooplâncton com o parasitismo nos peixes é aceitar a predileção de *A. fasciatus* juvenis por microcrustáceos. Este fato pode ser explicado pelo encontro de muitos copépodos em alguns peixes deste estudo, também pelas mudanças espaciais (ABELHA et al., 2001; WOLFF et al., 2009) e ontogenéticas (ESTEVES, 1999; ABELHA et al., 2001). Em relação às mudanças espaciais, Agostinho et al. (2003) afirmaram que peixes jovens de formas sedentárias como, *A. fasciatus*, dominam os bancos de macrófitas, estes autores registraram juvenis de 90% das espécies de peixes capturadas neste local. O motivo desta ocupação caracteriza-se pela disponibilidade de alimento através das

comunidades zooplantônicas, principalmente, os copépodos que costumam habitar a vegetação e alimentar-se dela (LANSAC-TÔHA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2003), pelo abrigo e proteção aos peixes juvenis contra os predadores e pela menor velocidade das águas (ANDRIAN et al., 2001; ALVIM; PERET, 2004). As modificações ontogenéticas encontradas na alimentação do caracídeo *R. paranensis* em lagoas do alto rio Paraná foram verificadas por Hahn et al. (2000), a dieta de indivíduos jovens foi composta por microcrustáceos e insetos, porém, após atingirem certo tamanho, escamas de peixes passam a ser o principal item de sua dieta. Os autores ao analisar o comportamento do peixe constataram que os dentes com bases hiperatrofiadas (mamiliiformes) migravam para fora da estrutura bucal em ambas as maxilas, induzindo os peixes adultos a modificar seu hábito e alimentarem-se de escamas. Além da dentição, o aumento do tamanho dos órgãos do trato intestinal, da boca e da atividade de natação (ESTEVES, 1999) também influenciam na alteração dos itens da dieta. Durante o desenvolvimento ontogenético dos peixes ocorrem mudanças no hábito alimentar, afetando diretamente a composição de endoparasitos, adquiridos através do consumo de hospedeiros intermediários que podem sofrer modificação durante o ciclo biológico do hospedeiro (PAVANELLI et al., 2004). No presente estudo, os metacestóides utilizavam os copépodos como hospedeiros intermediários, esses eram ingeridos por *A. fasciatus* juvenis, visto sua predileção por este item alimentar nesta fase de desenvolvimento.

Estudos mostram que os espécimes de *A. fasciatus*, em outras bacias, possuem hábito alimentar onívoro, com tendência zooplantônica (ESTEVES, 1996) e insetívora durante os primeiros estágios de desenvolvimento e altera sua dieta de acordo com o seu crescimento, tornando-se herbívoros quando adultos (ESTEVES, 1996; ANDRIAN et al., 2001; WOLFF et al., 2009). Desta forma, podemos explicar a presença de outros helmintos como, *Contracaecum* e *Hysterothylacium*, *P. saofranciscencis*, *Rhabdochona* sp. e *Spiroxys* sp. nos peixes juvenis. É importante salientar que estes peixes não apresentaram larvas de *Procamallanus* spp., *Goezia* sp., *S. rodolphiheringi*, *Eustrongylides* sp. e *N. pimelodi*. Ao mesmo tempo, os peixes maiores possuem atividades de natação e forrageamento mais elevadas que os peixes menores, possibilitando-lhes maior taxa de encontro e ingestão de hospedeiros intermediários infectados com várias espécies de parasitos; além disso, a migração dos peixes ao longo do rio São Francisco pode influenciar a diversidade da parasitofauna ictífica (DOGIEL, 1961; ESTEVES, 1999; VILELLA, 2002). Portanto, todas estas espécies de parasitos compõem a fauna de endohelmintos dos peixes adultos.

Diferenças na riqueza de comunidades componentes de parasitos em cada hospedeiro são relacionadas às características ecológicas do hospedeiro tais como, a dieta ou o habitat (POULIN, 1995). O peixe *A. fasciatus* que continha a infacomunidade 8 apresentou o maior comprimento total e, conseqüentemente, a maior riqueza de espécies, no entanto, não foi verificada a influência da riqueza parasitária em relação ao tamanho dos hospedeiros. O tamanho do corpo foi relevante quanto à diversidade das espécies de parasitos (LUQUE; POULIN, 2007), sendo constatada uma correlação significativa entre o comprimento total dos peixes e a diversidade parasitária. Os hospedeiros menores abrigaram 5.457 metacestóides e 152 nematóides, enquanto que, hospedeiros maiores podendo consumir maiores quantidades de alimentos, sendo expostos a uma diversidade maior de parasitos (POULIN, 1995), abrigaram 3.706 metacestóides e 428 nematóides. A diversidade parasitária é um índice que relaciona tanto a riqueza quanto a equitabilidade dos parasitos em uma infracomunidade. Apesar de algumas infracomunidades terem apresentado riqueza mais elevada considerando a amostra total de hospedeiros, os seus índices de diversidade foram menores quando comparados com as infracomunidades de riqueza menos elevada. Da mesma forma,

infracomunidades com diversidade menos elevada apresentaram considerável riqueza. Nas infracomunidades 8, 18, 19 e 24 foram constatadas riquezas parasitárias semelhantes cujos índices H' e E_j foram: 0,499, 0,073, 0,148, 0,273 e 0,6418, 0,273, 0,190, 0,094, respectivamente. Deste modo, podemos inferir que a infracomunidade 18 apresentou baixa equitabilidade, justificando a menor diversidade quando comparada as demais. Os maiores valores de H' e E_j neste estudo, foram da infracomunidade 56, apesar de não apresentar a maior riqueza parasitária, este fato pode ser devido à maior equitabilidade entre as espécies, o que revela a necessidade da associação entre o índice de diversidade aos dados de riqueza e equitabilidade. Portanto, as mudanças no hábito alimentar de *A. fasciatus* e a introdução de outros itens na dieta deste peixe de acordo com o seu crescimento influenciaram na diversidade da fauna parasitária, mas não em sua riqueza.

Infelizmente, a fauna parasitária de vertebrados e invertebrados aquáticos e terrestres nos sistemas límnicos, inclusive no alto São Francisco ainda não é suficientemente conhecida para compreender a relação parasito-hospedeiro, os seus ciclos biológicos e a transmissão de parasitos (BRASIL-SATO; SANTOS, 2005). Uma forma de identificar os metacestóides, parasitos que apresentaram os maiores índices parasitários deste estudo, até o nível específico seria infectar possíveis hospedeiros definitivos destes parasitos. Alguns espécimes adultos de cestóides já foram registrados em *C. kelberi* (*P. macrophallus* e *P. microscopicus*), *F. marmoratus* (*P. renaudi*), *P. corruscans* (*C. abscissus*), *P. maculatus* (*M. loyolai*) e *S. brasiliensis* (*M. coryphicephala*) no alto São Francisco (BRASIL-SATO, 2003; SANTOS, 2004; 2008).

5 CONCLUSÕES

A fauna de helmintos característica de *A. fasciatus* é determinada por espécimes larvais de eucestóides (metacestóides), de nematóides (*Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp.) e espécimes adultos de *P. saofranciscensis*.

Astyanax fasciatus participa da rede trófica do alto rio São Francisco à jusante da barragem de Três Marias atuando, principalmente, como hospedeiro paratênico e/ou intermediário das larvas de nematóides e dos metacestóides.

Como representante de espécie forrageira, auxilia na transmissão de espécies como *Rhabdochona* sp. para peixes carnívoros do ambiente aquático e atua ainda como hospedeiro definitivo para *P. saofranciscensis*, ocupando assim, níveis tróficos distintos.

A ocorrência de larvas de *Brevimulticaecum* sp. é pela primeira vez citada em *A. fasciatus* do rio São Francisco e amplia a listagem de hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida das espécies deste gênero.

6 CONSIDERAÇÃO FINAL

Como os espécimes de *A. fasciatus* são apreciados como petiscos, a presença de larvas de espécies de Anisakidae deve ser interpretada com cautela. Há possibilidade de infecção humana através do consumo de peixe cru ou mal-frito, assim como de pequenos mamíferos predadores naturais no ambiente aquático e de animais domesticados, como cães e gatos, que podem utilizar os descartes de peixes das redes de pesca efetuados pelos pescadores ao longo dos períodos de coleta em que a pesca artesanal e amadora são permitidas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. New hosts and distribution records for nematode parasites of freshwater fishes from São Paulo state, Brazil. *Neotropical Helminthology*, v. 6, n. 1, p. 43-57, 2012.
- ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K.; LUQUE, J. L. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do tamboatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae) do Rio Gunadu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 28, n. 4, p. 413-419, 2005.
- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Trophic plasticity in freshwater fishes. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JULIO Jr., H. F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes, p. 262-279. In: Thomaz, S. M.; Bini, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. 341p.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F.; BORGHETTI. Considerações sobre os impactos dos represamentos sobre a ictiofauna e medidas para sua manutenção. *Revista Unimar*, v. 14, p. 89-107, 1992.
- AGUIRRE-MACEDO, M. L.; SCHOLZ, T.; GONZÁLEZ-SOLÍS, D.; VIDAL-MARTÍNEZ, V. M.; POSEL, P.; ARJONA-TORRES, G.; SIU-ESTRADA, E.; DUMAILO, S. Larval helminths parasiting freshwater fishes from the Atlantic Coast of Nicaragua. *Comparative Parasitology*, v. 68, n. 1, p. 42-51, 2001.
- ALBUQUERQUE, M. C. **Taxonomia e aspectos ecológicos da fauna parasitária de *Triportheus guentheri* (Garman, 1890) e *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829 do reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, MG, Brasil**. 2009. 106p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ALBUQUERQUE, M. C. **Biodiversidade das comunidades endoparasitária de peixes forrageiros do reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, MG, Brasil**. 2013. 309p. Tese (Doutorado) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ALBUQUERQUE, M. C.; BRASIL-SATO, M. C. *Creptotrema creptotrema* (Digenea) in *Tetragonopterus chalceus* (Characiformes) from the Três Marias reservoir, upper São Francisco river, Brazil. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 31, n. 4, p. 265-267, 2009.
- ALBUQUERQUE, M. C.; BRASIL-SATO, M. C. First report of *Calyptospora* sp. (Apicomplexa, Calyptosporidae) inforage characid fish from the Três Marias Reservoir, São Francisco Basin, Brazil. *European Journal of Protistology*, v. 46, p. 150–152, 2010.

ALBUQUERQUE, M. C.; OSÓRIO, A. M., THATCHER, V. E.; BRASIL-SATO, M. C. Copepod parasites of *Curimatella lepidura* (Characiformes, Curimatidae) from the Três Marias Reservoir, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 5, p. 1271-1273, 2008.

ALBUQUERQUE, M. C.; SANTOS, M. D.; MONTEIRO, C. M.; MARTINS, A. N.; EDERLI, N. B.; BRASIL-SATO, M. C. Helminthos endoparasitos de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Actinopterygii, Pimelodidae) de duas localidades (lagoa e calha do rio) do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 17, n. 1, p. 113-119, 2008.

ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco river in Três Marias, MG, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 2, p. 195-202, 2004.

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

AMIN, O. M. Key to the families and subfamilies of Acanthocephala, with the erection of a new class (Polyacanthocephala) and a New Order (Polyacanthorhynchida). *Journal of Parasitology*, v. 73, n. 6, p. 1216-1219, 1987.

AMIN, O. M.; HECKMANN, R. A. Description of *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *buckneri* n. sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) from the Blacktail Tedhorse *Moxostoma poecilurum* (Catostomidae) in the Tchoutacabouffa River, Mississippi, U.S.A., with a key to species of *Neoechinorhynchus* with different dorsoventral body wall thickness. *Comparative Parasitology*, v. 76, n. 2, p. 154-161, 2009.

AMIN, O. M.; MUZZAL, P. M. Redescription of *Neoechinorhynchus tenellus* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) from *Esox lucius* (Esocidae) and Sander vitreus (Percidae), among other Percid and Centrarchid fish, in Michigan, U.S.A. *Comparative Parasitology*, v. 76, n. 1, p. 44-50, 2009.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5A – Diagnóstico Analítico da Bacia e sua Zona Costeira. Brasília: 2003. 218 p.

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

ANDRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.

ANSARY, T. H.; MOGHADDAR, N.; ESMAEILI, H. R. *Iranocichla hormuzensis* (Coad, 1982), a new paratenic host of *Contracaecum* sp. and *Phocanema* sp. (Nematoda: Anisakidae). *Comparative Clinical Pathology*, v. 19, n. 4, p. 335-337, 2010.

AUDICANA, M. T.; ANSOTEGUI, I. J.; de CORRES, L. F.; KENNEDY, M. W. *Anisakis simplex*: dangerous - dead and alive? *Trends Parasitology*, v. 18, n. 1, p. 20-25, 2002.

BAHIA. Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ. **Anais do Seminário: olhares sobre a revitalização da bacia do São Francisco**. Salvador, 2007.

BARBIERI, G.; BARBIERI, M. C. Curva de maturação, tamanho de primeira maturação gonadal e fecundidade de *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus*, da represa de Lobo, SP (Osteichthyes, Characidae). *Revista Ceres*, v. 35, n. 197, p. 64-77, 1988.

BARROS, L. A.; FILHO, J. M.; OLIVEIRA, R. L. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 1, p. 55-57, 2006.

BARROS, L. A.; FILHO, J. M.; OLIVEIRA, R. L. Larvas de nematóides de importância zoonótica encontradas em traíras (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) no município de Santo Antônio do Leverger, MT. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 2, p. 533-535, 2007.

BARROS, L. A.; MATEUS, L. A. F.; BRAUM, D. T.; BONALDO, J. Aspectos ecológicos de endoparasitos de piranha vermelha (*Pygocentrus nattereri*, Kner, 1860) proveniente do rio Cuiabá. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 62, n. 1, p. 228-231, 2010.

BARROS, L. A.; SIGARINI, C. O.; PINTO, P. R. Resistências das larvas de *Contracaecum* sp., as baixas temperaturas. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 15, n. 3, p. 143-145, 2008.

BARROS, L. A.; TORTELLY, R.; PINTO, R. M.; GOMES, D. C. Effects of experimental infections with larvae of *Eustrongylides ignotus* Jäegerskiöld, 1909 and *Contracaecum multipapillatum* (Drasche, 1882) Baylis, 1920 in rabbits. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 56, n. 3, p. 325-332, 2004.

BHATTACHARYA, S. B. **Handbook on Indian Acanthocephala**. Published by the director, Zoological survey of India, Kolkata, p. 1-255, 2007.

BOUVIER, M. E. L. Observations sur les “Argulides” du genre Gyropeltis recueillis par M. Geay au Vénézuéla. *Bulletin du Muséum d’Histoire Naturelle*, v. 3, p. 13-19, 1897.

BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, Sudeste do Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*, Porto Alegre, v. 91, p. 67-74, 2001.

BRANDS, S. J. (Comp.). *Systema Naturae 2000: The taxonomicon*. Universal Taxonomic Services, Amsterdam, The Netherlands. 1989-2007. Disponível em: <<http://sn2000.taxonomy.nl/>> Acessado em: Novembro de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de revitalização da Bacia do Rio São Francisco. Plano de ações estratégicas e integradas para o desenvolvimento do turismo sustentável na Bacia do Rio São Francisco.** Distrito Federal, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de revitalização da Bacia do Rio São Francisco. Estatísticas de desembarque pesqueiro: relatório final.** Distrito Federal, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa de revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco. **Ações de revitalização na bacia hidrográfica do rio São Francisco.** Distrito Federal, 2009.

BRASIL-SATO, M. C. Digenea of *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Osteichthyes, Characidae) of the São Francisco river basin, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 11, n. 2, p. 95-98, 2002.

BRASIL-SATO, M. C. Parasitos de peixes da bacia do São Francisco, p. 149-165. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

BRASIL-SATO, M. C.; PAVANELLI, G. C. *Neoechinorhynchus pimelodi* sp. n. (Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae) parasitizing *Pimelodus maculatus* Lacépède, “mandi-amarelo” (Siluroidei, Pimelodidae) from the basin of the São Francisco river, Três Marias, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 15, n. 4, p. 1003-1011, 1998.

BRASIL-SATO, M. C.; PAVANELLI, G. C. Ecological and reproductive aspects of *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 (Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae) of *Pimelodus maculatus* Lacépède (Siluroidei, Pimelodidae) of the São Francisco river, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 1, p. 73–82, 1999.

BRASIL-SATO, M. C.; PAVANELLI, G. C. Digenea de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) das bacias dos rios São Francisco e Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 59, n. 3-4, p. 123-131, 2004.

BRASIL-SATO, M. C.; PAVANELLI, G. C.; LUQUE, J. L. Ocorrência e aspectos quantitativos de *Gamispinus diabolicus* (Copepoda: Ergasilidae) parasitando o mandi-amarelo, *Pimelodus maculatus* (Siluroidei: Pimelodidae), no rio Paraná, Brasil. **Revista Universidade Rural**, série Ciência e vida, v. 22, p. 67-69, 2000.

BRASIL-SATO M. C; SANTOS, M. D. Helminths of *Myleus micans* (Lütken, 1875) (Characiformes: Serrasalminae) do rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 12, n. 3, p. 131-134, 2003.

BRASIL-SATO M. C; SANTOS, M. D. Metazoan parasites of *Conorhynchus 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.

BRUCE, N. L.; ADLARD, R. D.; CANNON, L. R. G. Synoptic checklist of ascaridoid parasites (Nematoda) from fish hosts. *Invertebrate Taxonomy*, v. 8, n. 3, p. 583-674, 1994.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. (Eds). 2003. **Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil**, 2ª ed. Disponível em: <<http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo/>> Acessado em: Novembro de 2012.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. (Eds.). **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195p.

BURSEY, C. R.; GOLDBERG, S. R. New species of *Oswaldo cruzia* (Nematoda: Molineoidae), new species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae), and other helminths in *Rana cf. forreri* (Anura: Ranidae) from Costa Rica. *Journal of Parasitology*, v. 91, n. 3, p. 600-605, 2005.

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

BUSH, A. O.; HOLMES, J. C. Intestinal helminthes of lesser scaup ducks: a interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, v. 64, n. 1, p. 142-152, 1986.

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.

CARDOSO, A. M. C.; de SOUZA, A. J. S.; MENEZES, R. C.; PEREIRA, W. L. A.; TORTELLY, R. Gastric lesions in free-ranging black caimans (*Melanosuchus niger*) associated with *Brevimulticaecum* species. *Veterinare Pathology*, v. 00, n. 0, p. 1-3, 2012.

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

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Inventário dos projetos de irrigação**. 2ª ed. Brasília: CODEVASF, 1991. 166p.

COHEN, S. C.; KOHN, A. South American Monogenea—list of species, hosts and geographical distribution from 1997 to 2008. *Zootaxa*, 1924, 1–42, 2008.

CORRÊA, R. F. S. S.; BRASIL-SATO, M. C. Digenea in the Surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix and Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) of the upper São Francisco river, State of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 51, n. 6, p. 1181-1185, 2008.

COSTA, D. P. C. **Fauna endoparasitária comparativa de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* Lütken, 1875 (Actinopterygii,**

Acestrorhynchidae) do reservatório de Três Marias, bacia do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. 2011. 71p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

DE, N. C.; DEY, J. A new species of genus *Goezia* Zeder, 1800 (Nematoda: Anisakidae) from the fish, *Mastacembelus armatus* (Lacep.) from West Bengal, Índia. *Systematic Parasitology*, v. 22, n. 3, p. 189-197, 1992.

DIESING, K. M. Systema Helminthum. V. 1. W. Braumüller, Vindobonae. 1850.

DOBSON, A. P. The populations dynamics of competition between parasites. *Parasitology*, v. 91, v. 2, p. 317-347, 1985.

DOBSON, A. P. Models of multi-species parasites-host communities, p. 261-287. In: ESCH, W, BUSH, A. O.; AHO, J. (Eds). **Parasite communities: patterns and process**. New York: Chapman and Hall, 1990.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes, p. 1-47. In: DOGIEL, V. A., PETRUSHEVSKI, G. K. and POLYANSKY, Y. I. (Eds). **Parasitology of fishes**. London: Olivier & Boyd, 1961. 47p.

EIGENMANN, C.H. **The American Characidae**. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, v. XLIII, Cambridge, Mass., U.S.A. Printed for the museum. 292, 1917. 558p.

EIRAS, J. C. **Fundamentos de Ictioparasitologia**. Porto. Fundação Eng Antônio de Almeida, 339p. 1994.

EIRAS, J. C.; MONTEIRO, C. M.; BRASIL-SATO, M. C. *Myxobolus franciscoi* sp. nov. (Myxozoa: Myxosporidia: Myxobolidae), a parasite of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the upper São Francisco river, Brazil, with a revision of *Myxobolus* spp. from the South America. *Zoologia*, v. 27, n. 1, p. 131-137, 2010.

EIRAS, J. C.; REGO, A. A. Histopatologia em peixes resultante de infecções parasitárias. *Publicações do Instituto de Zoologia. Dr. Augusto Nobre*, v. 208, n.1, p. 1-11, 1989.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá: EDUEM, 2000. 121p.

ESCH, G.W. The population and community ecology of cestodes, p. 81-137. In: Arme, C.; Pappas, P. W. (Eds.). **Biology of Eucestoda**. London: Academic Press, v.1, 1983. 365p.

ESCHMEYER, W. N.; FONG, J. D. Pisces, p. 26-38. In: Zhang, Z. -Q (Ed.). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, v. 3148, 2011. 237p.

ESTEVEZ, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu river, Paraná river basin, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 46, n. 1, p. 83-101, 1996.

FALAVIGNA, D. L. M.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. **Resultados preliminares do ciclo evolutivo de cestóides parasitas de *Pseudoplatystoma corruscans* da planície de inundações do alto rio Paraná, Brasil.** In: VI Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. Universidade Federal de Santa Catarina e ABRAPOA, Florianópolis, 2000, 133p.

FALAVIGNA, D. L. M.; VELHO, L. F. M.; PAVANELLI, G. C. Proteocephalidean larvae (Cestoda) in naturally infected Cyclopoid copepods of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 98, n.1, p. 69-72, 2003.

FISCHER, C., MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. M. B. A fauna de parasitas do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) do médio rio Solimões, Estado do Amazonas (AM) e do baixo rio Amazonas, Estado do Pará (PA), e seu potencial como indicadores biológicos. *Acta Amazonica*, v. 33, p. 651-662, 2003.

FONTOURA, N. F.; BRAUN, A. S.; MILANI, P. C. C. Estimating size at first maturity (L_{50}) from gonadosomatic index (GSI) data. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, n. 2, p. 217-222, 2009.

FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo*, v. 6, p. 405-625, 1951.

FROESE, R.; PAULY, D. (Eds). 2012. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <<http://www.fishbase.org>> Acessado em: setembro de 2012.

FROESE, R.; PAULY, D. (Eds). 2013. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <<http://www.fishbase.org>> Acessado em: Janeiro de 2013.

GARAVELLO, J. C.; SAMPAIO, F. A. A. Five new species of genus *Astyanax* Baird & Girard, 1854 from rio Iguacu, Paraná, Brazil (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). *Brazilian Journal Biology*, v. 70, n. 3, p. 847-865. 2010.

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. 468p.

GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Lista de peixes nativos da bacia do São Francisco. 2006. Disponível em: <<http://www.sfrancisco.bio.br/aspbio/peixes.html>>. Acesso em: Setembro de 2012.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; MARTINEZ, C. B. Cheia induzida: manejando a água para restaurar a pesca, p. 307-326. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R.; CALDWELL, J. P.; SHEPARD, D. B. Gastrointestinal helminths of six sympatric species of *Leptodactylus* from Tocantis state, Brazil. *Comparative Parasitology*, v. 76, n. 2, p. 258-266, 2009.

GOMES, J. H. C.; VERANI, J. R. Alimentação de espécies do reservatório de Três Marias, p. 195-227. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

GOPAR-MERINO, L.; OSORIO-SARABIA, D.; GARCIA-PRIETO, L. A new species of *Hysterothylacium* (Nematoda: Anisakidae) parasite of *Ariopsis guatemalensis* (Osteichthyes: Ariidae) from Tres Palos lagoon, Mexico. *Journal Parasitology*, v. 91, n. 4, p. 909-914, 2005.

GURGEL, H. C. B. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 1, p. 131-135, 2004.

HAHN, N. S.; PAVANELLI, C. S.; OKADA, E. K. Dental development and ontogenetic diet shifts of *Roeboides paranensis* Pignalberi (Osteichthyes, Characinae) in pools of the upper rio Paraná floodplain (state of Paraná, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 1, p. 93-99, 2000.

HELLER, C. Crustaceen. Reise der Österreichischen Fregatte Novara and die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859. *Zoologischer Theil*, v. 2, p. 1-280, 1865.

HERRERAS, M. V.; KAARSTAD, S. E.; BALBUENA, J. A.; KINZE, C. C.; RAGA, J. A. Helminth parasites of the digestive tract of the harbour *Phocoena phocoena* in Danish waters: a comparative geographical analysis. *Diseases of aquatic organisms*, v. 28, p. 163-167, 1997.

HERRICK, E. E. General principles of toxicology, p. 7-27. In: International Lake Environment Committee (ILEC) and United Nations Environment Program. **Toxic substances management in lakes and reservoirs**. Guidelines of Lake Management v. 4, 1991.

HIRT, L. M.; ARAYA, P. R.; FLORES, S. A. Population structure, reproductive biology and feeding of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) in an Upper Paraná River tributary, Misiones, Argentina. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2011.

HODDA, M. Phylum Nematoda Cobb, 1932, pg. 63-95. In: Zhang, Z. –Q (Ed.). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, v. 3148, 2011. 237p.

IGAM. **Relatório de monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco em 2002**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2003. 119p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico, 2000. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>> Acessado em: Setembro de 2012.

KLOSS, G. R. Helminthos parasitos de espécies simpátricas de *Astyanax* (Pisces: Characidae). *Papéis avulsos do departamento de zoologia de São Paulo*, v. 18, n. 17, p. 189-219, 1966.

KOHN, A.; COHEN, S. C. South American Monogenea – list of species, hosts and geographical distribution. *International Journal for Parasitology*, v. 28, p. 1517–1554, 1998.

KOHN, A.; PAIVA, P. M. Fishes parasite by Monogenea in South America, *In*: G. Salgado-Maldonado; A.N.G. Aldrete; V.M. Vidal-Martínez. *Metazoan Parasites in the Neotropical: a systematic and ecological perspective*. UNAM, p. 25-60, 2000.

KROYER, H. Bidrag til Kundskab om Snyltekrebsene. *Naturhistorisk Tidsskrift*, v. 3, n. 2, p. 75-426, 1863.

LACERDA, A. C. F.; TAKEMOTO, R. M.; POULIN, R.; PAVANELLI, G. C. Parasites of the fish *Cichla piquiti* (Cichlidae) in native and invaded Brazilian basins: release not from the enemy, but from its effects. *Parasitology Research*, v. 112, n. 1, p. 279-288, 2013.

LANSAC-TÔHA, F. A.; VELHO, L. F. M.; HIGUTI, J.; TAKAHASHI, E. M. Cyclopidae (Crustacea, Copepoda) from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, v. 62, n. 1, p. 125-133, 2002.

LÉON, G. P. P.; ROSAS-VALDEZ, R.; AGUILAR-AGUILAR, R.; MENDOZA-GARFIAS, B.; MENDONZA-PALMERO, C.; GARCÍA-PRIETO, L.; ROJAS-SÁNCHEZ, A.; BRIOSIO-AGUILAR, R.; PÉREZ-RODRIGUEZ, R.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, O. Helminth parasites of freshwater fishes, Nazas River basin, northern Mexico. *Checklist: Journal of species lists and distribution*, v. 6, n.1, p. 26-35, 2010.

LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R.P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; MALABARBA, M. C. S. L.; LUCENA, Z. M. S.; REIS, R. E.; LANGEANI, L. C.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C.; LUCINDA, P. H. F. Genera *incertae sedis* in Characidae, p. 106-169. *In*: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Orgs). **Checklist of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.

LUDWING J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical Ecology: a primer on methods and computing**. New York: Wiley-Interscience Publications, 1988. 377p.

LUQUE, J. L.; BANNOCK, L. M.; LAGRUE, C.; POULIN, R. Larval *Hysterothylacium* sp. (Nematoda, Anisakidae) and trematode metacercariae from the amphipod *Paracorophium excavatum* (Corophiidae) in New Zealand. *Acta Parasitologica*, v. 52, n. 2, p. 146-150, 2007.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, v. 134, p. 865–878, 2007.

LYMBERG, A. J.; CHEAH, F. Y. Anisakid nematodes and anisakis. In: Murrel, K. D.; Fried, B. (Eds.). **Food-borne parasitic zoonoses: Fish and plant-borne parasites**. Springer: New York, v. 11, p. 185-207, 2007.

MADI, R. R.; SILVA, M. S. R. *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.

MADI, R. R.; UETA, M. T.; FREZZA, T. F. Copépodos *Notodiptomus* sp. Kiefer (Crustacea, Calanoida) naturalmente infectados com metacestóides no reservatório do Juqueri, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical*, v. 11, n. 2, p. 179-182, 2011.

MALTA, J. C. O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S.; VARELLA, A. M. B. Infestações maciças por acantocéfalos *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956 (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. *Acta Amazonica*, v. 31, p. 133-143, 2001.

MARCOGLIESE, D. J. The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 5, p. 336-371, 1995.

MARQUES, C. S.; BRAUN, A. S.; FONTOURA, N. F. Estimativa de tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS: *Oligosarcus jenynsii*, *Oligosarcus robustus*, *Hoplias malabaricus*, *Cyphocharax voga*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes), *Parapimelodus nigribarbis*, *Pimelodus maculatus*, *Trachelyopterus lucenai*, *Hoplosternum littorale*, *Loricariichthys anis* (Siluriformes) e *Pachyurus bonariensis* (Perciformes) no lago Guaíba e laguna dos Patos, RS. *Biociências*, v. 15, n. 2, p. 230-256, 2007.

MARTINS, A. N. **Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes anostomídeos do reservatório de Três Marias, alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2012. 191p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MARTINS, M. L.; FUGIMOTO, R. Y.; ANDRADE, P. M.; TAVARES-DIAS, M. Recent studies on *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae), in *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1836, from Volta Grande Reservoir, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 4, p. 673-682, 2000.

MARTINS, A. N.; SABAS, C. S. S.; BRASIL-SATO, M. C. *Prosthenhystera obesa* (Diesing, 1850) (Digenea, Callodistomidae) in the São Francisco river basin, Brazil: new host records and their ecological parameters. *Neotropical Helminthology*, v. 6, n. 1, p. 31-41, 2012.

MENEZES, F. G. V.; ALBUQUERQUE, M. C.; BRASIL-SATO, M. C. Metacestóides (Platyhelminthes, Eucestoda) em *Serrapinus piaba* (Characiformes, Characidae) provenientes do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. In: XVI CONGRESSO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA. Campo Grande, MS. **Anais...** Jaboticabal: Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 2010, CD-ROM.

MENEZES, F. G. V.; ALBUQUERQUE, M. C.; BRASIL-SATO, M. C. Nematóides de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae, Tetragonopterinae) do alto rio São Francisco, Brasil. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA. São Paulo, SP. **Anais...** Revista Patologia Tropical, v. 40, suplemento 2, 2011.

MENIN, E. GRATIVOL, A. D. Anatomia comparativa funcional da cavidade bucofaringeana de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Osteichthyes, Characidae, Tetragonopterinae) e *Triportheus guenterei* (Garman, 1980) (Osteichthyes, Characidae, Triportheinae). **Revista Ceres**, v. 39, n. 226, p. 564-583, 1992.

MENNI, R. C., GOMEZ, S.E.; LÓPEZ-ARMENGOL, M. F. Subtle relationships: freshwater fishes and water chemistry in southern South America. **Hydrobiologia**, v. 328, p. 173-197, 1996.

MESCHIATTI, A. J. Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mongi-Guaçu, SP. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 7, p. 115-137, 1995.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Ciências, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais. **A ictiofauna do reservatório de Três Marias, rio São Francisco, Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2006.

MIZOGUCHI, S. M. H. N.; MARTINS-SANTOS, I. C. Cytogenetic and morphometric differences in populations of *Astyanax "scabripinnis"* (Pisces, Characidae) from Maringá region, PR, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n. 1, p. 55-61, 1998.

MONKS, S.; RICHARDSON, D. J. Phylum Acanthocephala Kohlreuther, 1771, p. 234-238. In: Zhang, Z. -Q (Ed.). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa**, v. 3148, 2011. 237p.

MONTEIRO, C. M. **Avaliação da fauna parasitária de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu (Actinopterygii: Prochilodontidae) do alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2011. 265p. Tese (Doutorado) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MONTEIRO, C. M.; BRASIL-SATO, M. C. Habitat selection and maturation of *Saccocoelioides nanii* (Digenea: Haploporidae) in *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the São Francisco River, Brazil. **Zoologia**, v. 27, n. 5, p. 757-760, 2010.

MONTEIRO, C. M.; KRITSKY, D. C.; BRASIL-SATO, M. C. Neotropical Monogenoidea. 55. Dactylogyrids parasitising the pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède (Actinopterygii: Pimelodidae) from the Rio São Francisco, Brazil. **Systematic Parasitology**, v. 76, p. 179-190, 2010.

MONTEIRO, C. M.; KRITSKY, D. C.; BRASIL-SATO, M. C. Neotropical Monogenoidea. 56. New species of Anacanthorus (Dactylogyridae) from the gills of matrinhã, *Brycon*

orthotaenia (Characiformes: Characidae), in the Rio São Francisco, Brazil. *Folia Parasitologica*, v. 57, n. 3, p. 164–168, 2010.

MONTEIRO, C. M.; SANTOS, M. D.; ZUCHI, N. A, BRASIL-SATO, M. C. Ecological parameters of the endohelminths in relation to size and sex of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Zoologia*, v. 26, n. 4, p. 753-757, 2009.

MONTENEGRO, A. K. A.; TORELLI, J. E. R.; CRISPIM, M. C.; HERMÁNDEZ, MIM; MEDEIROS, A. M. A. Ichthyofauna diversity of Taperoá II reservoir, semi-arid region of Paraíba, Brazil. *Brazilian Journal Biololy*, v. 72, n. 1, p. 113-120, 2012.

MORAVEC, F. *Tricoptera* larvae (Insecta) as the intermediate hosts of *Rhabdochona hellichi* (Nematoda: Rhabdochonidae), a parasite of *Barbus barbuis* (Pisces). *Parasitology Research*, v. 81, n. 3, p. 268-270, 1995.

MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region**. Academia, Preague, Czech Republic, 1998. 464p.

MORAVEC, F. **Dracunculoid and Anguillicoloid nematodes parasitic in vertebrates**. Praha: Academia, 2006. 634p.

MORAVEC, F. Some aspects of the taxonomy and biology of adult spirurine nematodes parasitic in fishes: a review. *Folia Parasitologica*, v. 54, n. 1, p. 239-257, 2007.

MORAVEC, F. Some aspects of the taxonomy, biology, possible evolution and biogeography of nematodes of the spirurine genus *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Rhabdochonidae, Thelazioidea). *Acta Parasitologica*, v. 55, n. 2, p. 144-160, 2010.

MORAVEC, F.; NIE, P.; WANG, G. T. Some nematodes of fishes from central China, with the redescription of *Procamallanus (Spirocamallanus) fulvidraconis* (Camallanidae). *Folia Parasitologica*, v. 50, p. 220-230, 2003.

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

MORAVEC, F.; SANTOS, M. D.; BRASIL-SATO, M. C. Redescription of *Cystidicoloides fischeri* based on specimens from piranhas in Brazil, and erection of a new genus (Nematoda: Cystidicolidae). *Journal of Parasitology*, v. 94, n. 4, p. 889-897, 2008.

MORAVEC, F.; VARGAS-VÁSQUEZ, J. The development of *Procamallanus (Spirocamallanus) neocabal86leroi* (Nematoda: Camallanidae), a parasite of *Astyanax fasciatus* (Pisces) in México. *Folia Parasitologica*, 43, 61-70, 1996.

MOREIRA-FILHO, O. **Análises cariotípicas e morfológicas sobre a diversidade no “complexo” *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) (Pisces, Characidae, Tetragonopterinae)**. 1989. 135p. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

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

MOREIRA, N. I. B.; OLIVEIRA, C. L.; COSTA, H. M. A. *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) e *Spirocamallanus saofranciscensis* sp. n. (Nematoda, Camallanidae) em peixes da represa Três Marias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 46, n. 5, p. 485-500, 1994.

NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gonadosomático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854, relacionados com fatores ambientais. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 35, n. 4, p. 775-798, 1975.

ÓLAFSDÓTTIR, D.; LILLIENDAHL, K.; SOLMUNDSSON, J.; SKORPING, A. Nematode infections in Icelandic seabirds. *Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology*, v. 6, n. 2, p. 124-125, 1996.

PARAGUASSÚ, A. R.; LUQUE, J. L. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes do reservatório de Laje, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 16, n. 3, p. 121-128, 2007.

PARKINSON, D.; PHILIPPORT, J. C.; BARAS, E. A preliminary investigation of spawning migration of grayling in a small stream as determined by radio-tracking. *Journal of Fish Biology*, v. 55, p.172-182, 1999.

PASTERNA, A. F.; PULKKINEN, K.; MIKHEEV, V. N.; HASU, T.; VALTONEN, E. T. Factors affecting abundance of *Triaenophorus* infection in *Cyclops strenuus*, and parasite-induced changes in host fitness. *International Journal for Parasitology*, v. 29, n. 11, p. 1793-1801, 1999.

PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R.; GUIDELLI, G. M.; LIZAMA, M. A. P. Helminth fauna of the fishes: diversity and ecological aspects. p. 309–329. In: Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. & Hahn, N.S (Eds.), **The upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation.** Backhuys Publishers, Leiden, 2004. 393p.

POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco, p. 183-194. . In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

POULIN, R. The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology*, v. 23, n. 7, p. 937-944, 1993.

POULIN, R. Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecological Monographs*, v. 65, n. 3, p. 283-302, 1995.

- PULKKINEN, K.; PASTERNAK, A. F.; HASU, T.; VALTONEN, E. T. Effect of *Triaenophorus crassus* (Cestoda) infection on behavior and susceptibility to predation of the first intermediate host *Cyclops strenuus* (Copepoda). *Journal of Parasitology*, v. 86, n. 4, p. 664-670, 2000.
- REGO, A. A. A new classification of the cestode Order Proteocephalidea Mola. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 12, n. 4, p. 791-814, 1995.
- REGO, A. A. Cestóides proteocefalídeos parasitas de *Pseudoplatystoma* (Pisces, Pimelididae) da América do Sul. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 4, n. 2, p. 269-282, 2002.
- REGO, A. A. Problems of classification os South American Proteocephalids (Cestoda). On a new classification for the group. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 25, n. 1, p. 15-22, 2003.
- 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, p. 299-367, 1999.
- REGO, A. A.; de CHAMBRIER, A.; HANZELOVÁ, V.; HOBERG, E.; SCHOLZ, T.; WEEKES, P.; ZEHNDER, M. Preliminary phylogenetic analysis os subfamilies of the Proteocephalidea (Eucestoda). *Systematic parasitology*, v. 40, n. 1, p. 1-19, 1998.
- REGO, A. A.; GIBSON, D. I. Hyperparasitism by helminths: new records of cestodes and nematodes in proteocephalid cestodes from South American siluriform fishes. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 84, n.3, p. 371-376, 1989.
- REGO, A. A.; VICENTE, J. J. Excursão científica à zona do Pantanal, Estado de Mato Grosso, para coletas de helmintos. *Ciência e cultura*, v. 40, n. 1, p. 65-68, 1988a.
- REGO, A. A.; VICENTE, J. J. *Eustrongylides ignotus* Jagerskiold, 1909 (Nematoda: Dioctophymatoidea), parasito de peixes, anfíbios, répteis e aves. Distribuição e taxonomia. *Ciência e cultura*, v. 40, n. 5, p. 478-483, 1988b.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Orgs). **Checklist of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.
- REYDA, F. B. Intestinal helminths of freshwater stingrays in southeastern Peru, and a new genus and two new species os cestode. *Journal Parasitology*, v. 94, n. 3, p. 684-699, 2008.
- RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C.; MOSCHINI-CARLOS, V. O papel do perifíton em areas alagáveis e nos diagnósticos ambientais, p. 211-230. In: Thomaz, S. M.; Bini, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. 341p.
- RODRIGUES, W. C. 2005. DivEs - Diversidade de Espécies - Guia do Usuário. Seropédica: Entomologistas do Brasil. 9p. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>>.

ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal for Parasitology*, v. 25, n. 8, p. 945-970, 1995.

SALGADO-MALDONADO, G. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*, v. 1324, p. 1-357, 2006.

SALGADO-MALDONADO, G. Checklist parasites of freshwater fishes from Central América. *Zootaxa*, v. 1915, p. 29-53, 2008.

SALGADO-MALDONADO, G.; MERCADO-SILVA, NORMAN; CABAÑAS-CARRANZA, G.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; AGUILAR-AGUILAR, R.; IÑIGUEZ-DÁVALOS, L. I. Helminth parasites of freshwater fishes of the Ayuquila river, Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, West central Mexico. *Comparative Parasitology*, v. 71, n. 1, p. 62-72, 2004.

SAMPAIO, E. V.; LÓPEZ, C.M. Limnologia física, química e biológica da represa de Três Marias e do São Francisco, p. 71-92. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

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. **Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2008. 186p. Tese (Doutorado) - 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. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 4, n. 3, p. 306-311, 2009.

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

SANTOS, M. D.; FARIA, M. S.; KNUPP, A. M.; BRASIL-SATO, M. C. Parasitofauna da corvina *Pachyurus squamipennis* Agassiz, 1831 (Sciaenidae) da bacia do rio São Francisco, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2004. 464p.

SANTOS, M. D.; LEMOS-PITA, S. R. L. C.; BRASIL-SATO, M. C. Metazoan parasite fauna of *Pimelodus maculatus* La Cépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) from the Guandu river, Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 29, n. 1, p. 101-107, 2007.

- SANTOS, M. D.; THATCHER, V. E.; BRASIL-SATO, M. C. *Brasergasilus bifurcatus* sp. nov. (Copepoda, Ergasilidae, Abergasilinae) from the gills and nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Parasitologica*, v. 52, n. 3, p. 268–272, 2007.
- SANTOS, R. A.; GIAMAS, M. T. D.; CAMPOS, E. C.; CAMARA, J. J. C. da; VERMULM Jr., H. Dinâmica da nutrição do Tambiú *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Pisces, Characiformes, Characidae), na Represa de Ibitinga, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 22, n. 1, p. 115-124, 1995.
- SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M. B.; MIRANDA, M. O. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), p. 327-345. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003a. 468p.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A. P. O.; GODINHO, H. P.; VERANI, J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco, p. 230-274. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Orgs). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003b. 468p.
- SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco, p. 401-413. In: Lowe-McConnell. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 534p.
- SATO, Y.; SAMPAIO, E. V. Ictiofauna na região do alto São Francisco, com ênfase no reservatório de Três Marias, Minas Gerais. P. 251-274. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Org.). **Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: Rima Editora, 2005, 459p.
- SCHOLZ, T. Life cycles of species of *Proteocephalus*, parasites of fishes in the Palearctic region: a review. *Journal of Helminthology*, v. 73, p. 1-19, 1999.
- SCHOLZ, T.; AGUIRRE-MACEDO, L.; CHOUDHURY. *Auriculostoma astyanace* n. gen., n. sp. (Digenea: Allocreadiidae), from the banded *Astyanax*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes: Characidae), from Nicaraguá, with a reevaluation of neotropical *Crepidostomum* spp. *Journal of Parasitology*, v. 90, n. 5, p. 1128-1132, 2004.
- SCHULZ, U. H.; MARTINS-JÚNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicador of water pollution of rio dos Sinos, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 4, p. 615-622, 2001.
- SILVA, J. P. A.; MUELBERT, A. E.; OLIVEIRA, E. C.; FÁVARO, L. F. Reproductive tactics used by the Lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçú River. *Neotropical Ichthyology*, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.

SOHN W. M.; CHAI, J. Y. Parasitic zoonoses. In: Palmer, S. R.; Soulsby, L.; Torgerson, P.; Brown, D. W. G. **Oxford textbook of Zoonoses: Biology, clinical practice and public health control**, 774-786. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2011. 904p.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, v. 21, n. 1, p. 65-66, 1926.

TAGLIACOLLO, V. A.; BRITZKE, R.; SILVA, G. S. C.; BENINE R. C. *Astyanax pirapuan*: a new characid species from the upper rio Paraguay system, Mato Grosso, Central Brazil (Characiformes, Characidae). *Zootaxa*, v. 2740, p. 40-46, 2011.

TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; LIZAMA, M. A. P.; LUQUE, J. L.; POULIN, R. Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the Upper Paraná River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, p. 691-705, 2005.

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. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, p. 691-705, 2009.

THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1991. 571p.

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

THATCHER, V. E.; BRASIL-SATO, M. C. *Ergasilus salmini* sp. nov. (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of “dourado”, *Salminus franciscanus* from the upper São Francisco river, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 3, p. 555-557, 2008.

TIMI, J. T.; POULIN, R. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? *International Journal for Parasitology*, n. 33, p. 1353-1362, 2003.

TORRES, P.; SOTO, M. S. *Hysterothylacium winteri* sp. n. (Nematoda: Anisakidae), a parasite of Chilean rock cod, *Eleginops maclovinus* (Perciformes: Eleginopidae), from South Chile. *Folia Parasitologica*, v. 51, n. 1, p. 55-60, 2004.

TRAVASSOS, L. Contribuição para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira. Revisão dos acantocéfalos brasileiros. Part. I. Fam. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 9, n. 1, p. 1-62, 1917.

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

VARI, R. P.; CASTRO, R. M. C. New species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from the Upper rio Paraná system, Brazil. *Copeia*, v. 1, p. 150-162, 2007.

- VICENTE J. J.; PINTO, R. M. Nematóides do Brasil. Nematóides de peixes. Atualização: 1985-1998. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 3, p. 561-610, 1999.
- VICENTE, J. J.; RODRIGUES, H. O.; GOMES, D. C. Nematóides do Brasil. 1ª parte: nematóides de peixes. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, v. 25, p. 1-79, 1985.
- VICENTIN, W.; VIEIRA, K. R. I.; COSTA, F. E. S.; TAKEMOTO, R. M.; TAVARES, L. E. R.; PAIVA, F. Metazoan endoparasites of *Serrasalmus marginatus* (Characiformes: Serrasalminae) in the Negro river, Pantanal, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 20, n. 1, p. 61-63, 2011.
- VIDAL-MARTINEZ, V. M., POULIN, R. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitology*, v. 127, p. 387-398, 2003.
- VIEIRA, K.R.I.; VICENTINA, W.; PAIVA, F.; POZO, C. F.; Borges, F. A.; ADRIANO, E. A.; COSTA, F. E. S.; TAVARES, L. E. R. *Brevimulticaecum* sp. (Nematoda: Heterocheilidae) larvae parasitic in freshwater fish in the Pantanal wetland, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 172, n. 3-4, p. 350–354, 2010.
- VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest in Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 45, n. 2, p. 223-232, 2002.
- WADDLE, A. R.; KINSELLA, J. M.; ROSS, J. P.; ROJAS-FLORES, E.; PERCIVAL, H. F.; FORRESTER, D. J. *Journal Parasitology*, v. 95, n. 5, p. 1237-1238, 2009.
- WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. S.; DONATTI, L. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax* aff. *fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in the Atlantic Forest river, Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, n. 2, p. 257-266, 2009.
- YAGI, H.; NAGASAWA K.; ISHIKURA, I.; NAKAGAWA, A.; SATO, N.; KIKUCHI, K.; ISHIKURA, I. Female worm *Hysterothylacium aduncum* excreted from human: a case report. *Japanese Journal of Parasitology*, v. 45, n. 1, p. 12-23, 1996.
- YAMAGUTI, S. System helminthum. V. II. The cestodes of vertebrados. Interscience Publishers, New York, 1959.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3ª ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River, 1996. 918p.
- ZHANG, Z. –Q (Ed.). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, v. 3148, p. 1-237, 2011.
- ZUBEN, C. J. V. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasito. *Revista de Saúde Pública*, v. 31, n.5, p. 523-530, 1997.

ANEXO

FORMULÁRIO PARA NECRÓPSIA DE PEIXES

Nome genérico

Nome específico

Nome vulgar

Sexo

HOSPEDEIRO

Data da coleta:	
Local da 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:	
Operculos:	
Narinas:	
Brânquias:	
Olhos:	
Esôfago:	
Estômago:	
Cecos intestinais:	
Intestino anterior-1º 1/3:	
Intestino médio -2º 1/3:	
Intestino posterior-3º 1/3:	
Reto:	
Rins:	
Fígado:	
Vesícula biliar:	
Ovários:	
Coração:	
Bexiga urinária:	
Vesícula gasosa:	
Cavidade abdominal:	
Musculatura:	
Nadadeiras:	